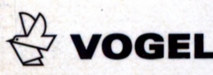
Vogel Fachbuch

Kommunikationstechnik

Compact Disc Interactive

Handbuch für Programmentwickler





VOGEL

Compact Disc-Interactive
Handbuch für Programmentwickler

Compact Disc Interactive

Handbuch für Programmentwickler

Deutsche Bearbeitung Claus Biaesch-Wiebke



Dieses Buch ist eine Übersetzung aus dem Englischen (Originaltitel «Compact Disc-Interactive – A Designer's Overview»). Es entstand in Zusammenarbeit mit der Corporate Group – Home Interactive Systems, Philips International B.V., Eindhoven (Niederlande).
Alle Rechte liegen bei Kluwer, Technische Boeken B.V., Deventer (Niederlande).
Deutsche Bearbeitung durch Claus Biaesch-Wiebke.

ISBN 3-8023-0271-0

Printed in Germany.

Umschlaggrafik: Michael M. Kappenstein, Frankfurt
Satz: Satz-Offizin Hümmer GmbH, Waldbüttelbrunn
Druck und Bindung: Franz Spiegel Buch GmbH, Ulm

Vorwort

Dieses Buch gibt sowohl eine erste Einführung in das CD-I-System als auch weitergehende, detaillierte Anleitungen für Programmentwickler. Zum besseren Verstehen der Zusammenhänge ist es empfehlenswert, selektiv vorzugehen und sich zunächst einen Überblick zu verschaffen. Die sieben Kapitel haben folgenden Inhalt:

Kapitel 1 erläutert die Begriffe «Multimedia» und «interaktiv».

Kapitel 2 gibt einige Hintergrundinformationen zum Begriff «Elektronisches Publizieren» und zur Technologie der optischen Speicherplatte (Optical Disc).
Hierbei werden die Besonderheiten des audiovisuellen Systems an den CD-I-Playern und den Discs zusammen beschrieben.

Kapitel 3 betrachtet die audiovisuellen Möglichkeiten im einzelnen und die Leistungsfähigkeit des CD-I-Systems mit den sich daraus ergebenden Design-Möglichkeiten.

Kapitel 4 zeigt einige Fragen auf, die der zukünftige Designer beantworten muß, bevor er mit dem Entwurf eines CD-I-Programms beginnen kann.

Kapitel 5 beschäftigt sich ausführlich mit dem Vorgang des Designs und beschreibt wichtige Teilabschnitte und Herstellungsvorgänge.

Kapitel 6 stellt eine Reihe hypothetischer Projekte vor. Einige dieser Projekte werden sicherlich auf den ersten im Markt erscheinenden CD-I zu finden sein, wie z. B. eine multimediale Enzyklopädie, ein Popmusik-Programm, ein Sprachprogramm und verschiedene Spiele. Von den vielen CD-I-typischen Eigenschaften und Designüberlegungen werden einige für jede Applikation mit konkreten Beispielen beschrieben.

Kapitel 7 beleuchtet die CD-I-Technologie aus der Computerperspektive. Hier werden der Aufbau eines CD-I-Players sowie die technische Struktur der Disc erläutert.

Kapitel 1 und 2 geben eine allgemeine Einführung in das CD-I-System und sind deswegen besonders für Projekt-Manager geeignet.Hingegen wird der potentielle CD-I-Designer oder der Produzent wahrscheinlich das ganze Buch lesen. Beide werden mit Kapitel 1 und 2 beginnen, um dann zu Kapitel 6 überzugehen, in dem typische Anwendungsbeispiele für CD-I-Systeme aufgeführt sind. Andere Leser befassen sich vielleicht mit dem in Kapitel 4 und 5 beschriebenen Entwicklungsprozeß, bevor sie sich den technischen Einzelheiten zuwenden.

Das CD-I-System wurde von der technischen Entwicklung und vom Anwender her betrachtet. Dadurch kam eine Fülle an Material zusammen, so daß der Leser die Möglichkeit hat, neue Ideen und Konzepte in den verschiedensten Zusammenstellungen zu vergleichen. Zahlreiche Querverweise erleichtern die Arbeit mit diesem Buch.

Im Anhang befinden sich ein Glossar und ein Überblick über das CD-I-Betriebssystem CD-RTOS.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Mit Compact Disc-Interactive ist es zum erstenmal möglich, einem Multimedia-System größere Märkte zu erschließen. Seine Vielseitigkeit ist allen anderen Darstellungsmitteln überlegen. Medienexperten verschiedenster Bereiche aus der Wissensvermittlung und Unterhaltung bekommen durch CD-I ein attraktives, den jeweiligen Zwecken optimal anpaßbares Instrumentarium.

Was ist Multimedia?

Der Begriff «Multimedia» wurde in der audiovisuellen Industrie geprägt. Er umschreibt allgemein die computerunterstützte Präsentation von Dias mit Tonbegleitung.

So steht «Multimedia» in der Computerterminologie für die Verschmelzung verschiedener Medienarten wie Text, Ton, Bild und Computergrafik mit Hilfe eines einzelnen Systems.

Obwohl das CD-I-System nicht die einzige Form der multimedialen Informationsvermittlung darstellt, ist es doch das erste System mit einer derart hochentwikkelten Technologie. Durch eine einheitliche Norm ist die Voraussetzung für eine breite Markteinführung geschaffen. Im Gegensatz zum CD-ROM-System, das als einfache Peripherieeinrichtung konzipiert wurde, ist das CD-I-System als Systemstandard festgelegt worden. Hierbei legt die CD-I-Spezifizierung genau fest, wie die Information auf der CD-I gespeichert wird, wie die Codierung während der Aufnahme im Studio und die Decodierung bei der Wiedergabe im Player erfolgen. In einer reinen Peripherieeinheit (z. B. der CD-ROM) wird nur definiert, wie die Informationen auf der Disc gespeichert sind. Ein internationaler Standard für Recorder und Player ist dabei nicht möglich.

Warum ist Multimedia wichtig?

Informationsquellen wie Bücher, Zeitschriften, Filme, Fernsehen, Radio, Video, Schallplatten, Cassetten und Computer-Software haben jeweils ihre eigene Entwicklung erfahren. Nach allgemeiner Meinung werden diese Informationsquellen als eigenständige Medien betrachtet.

Mit dem CD-I-System ist es nun zum erstenmal möglich, Informationen aus verschiedenen Quellen zu kombinieren und die optimale Übertragungsform für jede Mitteilung anzuwenden.

Videoclips, Computer-Animationsprogramme oder Textinformation können beliebig zusammengestellt und mit Musik, Sprache oder einer Geräuschkulisse untermalt werden.

Somit erlaubt das CD-I-System, Verbindungen zwischen den Medienbereichen Buch, Film und Video herzustellen. Dem Medien-Designer wird durch das System eine Vielzahl neuer Möglichkeiten geboten, so daß er wesentlich kreativer als früher arbeiten kann.

Neben dem CD-I-System gibt es noch folgende Multimedia-Systeme:

Multimedia-CD-ROM

Das CD-I-System stellt die logische Weiterentwicklung der Compact Disc und der interaktiven Laser-Vision-Bildplatte dar.

1985 wurde, basierend auf der optischen Speichertechnologie, das CD-ROM-System (Compact Disc-Read-Only Memory) als Massenspeicher für Personalcomputer in den Markt eingeführt.

Obwohl das CD-ROM-System in erster Linie für Textinformationen entwickelt wurde, kann es auch digitale Informationen jeder anderen Art einschließlich Ton und Grafik speichern. Das Multimediapotential des CD-ROM-Systems wird jedoch durch die Leistungsfähigkeit des Prozessors, des Audiosystems und der Bildschirmausgabe des steuernden Computers begrenzt.

Die meisten Personalcomputer verfügen über eine Ton- und Bildschirmausgabe, die für normale Computeranwendungen ausreichen. Eine anspruchsvolle Audiowiedergabe oder eine naturgetreue Reproduktion von Videobildern ist jedoch nicht möglich. Für interne Lösungen, bei denen internationale Normen keine große Rolle spielen, genügt das CD-ROM-System den üblichen Anforderungen.

Durch neue Computer, wie z. B. Amiga, IBM PS-2 oder Macintosh II, wird die Leistungsfähigkeit der CD-ROM im Multimediabereich erhöht. Die verschiedenen Hardware-Lösungen verlangen jedoch immer noch verschiedene Software. Daraus resultiert, daß eine Zusammenstellung aus PC und CD-ROM nur für Einzelprojekte sinnvoll ist (z. B. Ersatzteilkataloge).

DVI-Technologie

DVI (Digital Video Interactive) ist eine Technologie für interaktive Systeme. Sie basiert auf dem Einsatz spezieller Custom-Chips. Mit der DVI-Technologie ist es u. a. möglich, bewegte Videobilder mit einer Spielzeit bis zu 1 Stunde in VHS-Qualität auf einer Disc zu speichern. Sollte die DVI-Technik einmal im Markt erscheinen, wird sie wahrscheinlich als Chip-Set für AT-kompatible Computer angeboten, wobei der Einsatz für zweckgebundene Audio- und Grafikanwendungen vorgegeben sein wird.

Im Gegensatz zum CD-I-System stellt DVI kein selbständiges System dar, es fehlt eine internationale Normenkontrolle. Vorläufig ist nicht abzusehen, ob diese Technologie in einer angemessenen Preislage auf dem Markt erscheinen wird.

Laser-Vision-Bildplatte
In den 70er Jahren wurde die Laser-Vision-Bildplatte kommerziell eingeführt. Daraufhin sah man in der Computerbranche die Möglichkeit, die audiovisuellen Vorteile der Video-Disc mit der Verarbeitungsgeschwindigkeit des Personalcomputers zu koppeln. So entstand ein hybrides Multimedia-System, das eine Video-Disc als Computer-Peripherie verwendet.

In diesem interaktiven Video-Disc-System befinden sich die Daten für die verwendeten Texte und Grafiken auf einer Floppy-Disc oder auf einer Festplatte. Dieser Massenspeicher wird mit Hilfe einer speziellen Computer-Software über eine Tastatur oder durch eine Maus gesteuert.

Mit CD-I von Multimedia zu Hypermedia

Im Gegensatz zur CD-ROM und zur Video-Disc erlaubt die Technik des CD-I-Systems eine Verbindung aller Medien-Möglichkeit.

Was ist Hypermedia?
Hypermedia ist ein Begriff, dessen Ursprung auf eine Erklärung des Computerspezialisten Ted Nelson zurückgeht. Dieser sprach 1964 von sogenannten Hypertexten und bezeichnete damit eine Methode, die es erlaubt, zusammenhängende Informationen in einer Bildstruktur anzuordnen. Durch die blockweise Anordnung der Informationen ist es möglich, die Datenspeicher, in denen die Informationsblöcke abgelegt sind, je nach Bedarf zu übergehen.

Die Computerprogramme «Guide» von Owl-International und «Hypercard» von Apple-Computer sind Softwareprodukte, die diese Idee bereits verwirklichen.

Um die einzelnen Medienarten miteinander verbinden zu können, benutzt man ebenfalls die Idee der zusammenhängenden Blöcke; hieraus entwickelte sich der Begriff «Hypermedia».

Wie arbeitet Hypermedia?
Ein Beispiel für Hypermedia ist das Grolier-Projekt (s. Kapitel 6) einer Multimedia-Enzyklopädie. Hier wird eine hypermediale Methode angewendet, um vereinzelte Texte, akustische und visuelle Daten in einzelnen Datenspeichern zu integrieren. Der Vorteil liegt für den Benutzer darin, daß er sofort auf jede beliebige Information innerhalb eines Sachgebietes zugreifen kann. Wird z. B. als Sachgebiet die Bibliografie Abraham Lincolns gewählt, besteht sofort die Möglichkeit, Bilder von Abraham Lincoln aufzufinden oder seine berühmten Reden zu lesen.

Vom ausgewählten Sachgebiet aus lassen sich wiederum andere Verknüpfungen herstellen. So kann z.B. vom Portrait Abraham Lincolns wie mit einer «Zeitmaschine» auf die Geschichte der Portraitmalerei oder anderer zeitgeschichtlicher Ereignisse zugegriffen werden. Hierbei können die Ausführungen durch erzählende Texte oder andere akustische oder visuelle Informationen untermalt werden.

Gerade beim Aufbau einer Enzyklopädie spielt die Verkopplung der verschiedenen Möglichkeiten eine große Rolle. Sie lassen sich relativ einfach durch das CD-I-System verwirklichen.

Interaktivität – das «I» bei CD-I

Was versteht man unter Interaktivität?
Auf diese Frage gibt es sicherlich so viele Antworten, wie es interaktive Anwendungen gibt.

Interaktive Anwendungen kommen beim Bedienen eines Geldautomaten, beim Spiel mit dem Spielautomaten oder z. B. beim Ausfüllen einer Bildschirmmaske während einer Computerprogrammierung vor.

Im CD-I-System versteht man unter Interaktivität ein Verfahren, das den Dialog mit dem Computerprogramm ermöglicht. Dieses Programm ist so konzipiert, daß es auf jede Wahl oder jeden Befehl des Anwenders in einer sehr spezifischen Weise reagiert.

Der CD-I-Programmentwickler kann bestimmen, wie intensiv der Anwender den Dialog mit dem Programm haben will. Hierbei muß abgewogen werden, denn die Bedienung eines Flugsimulators kann eine ständige Interaktion des Anwenders fordern, hingegen ein Lernprogramm oder eine Popmusik-Disc macht lediglich das Starten und das Stoppen des Programms nötig.

Wie geht man mit Interaktivität um?
Der Dialog mit dem Anwenderprogramm kann über eine Eingabetastatur, eine Maus oder einen Joystick erfolgen. Welche Eingabemöglichkeit bevorzugt wird, ist hierbei gleichgültig.

Für einen optimalen Dialog ist jedoch die Fähigkeit des Programm-Entwicklers wichtig, dem Anwender den interaktiven Umgang mit dem Medium CD-I-System zu vermitteln. Hierbei sind genaue Kenntnisse der Anwenderbedürfnisse und des Programminhalts erforderlich.

Kann Interaktivität den Lernerfolg steigern?
Im wesentlichen stammen die Erfahrungen im Umgang mit interaktiven Programmen aus dem Bereich der Computer-Software und der Laser-Bildplatte. Diese Erfahrungen zeigen, daß gute interaktive Programme durchaus in der Lage sind, den Lernerfolg zu steigern.

Diese Vorteile werden von Ausbildern gelobt, wenn sie berichten, daß sich die Gedächtnisleistung gegenüber herkömmlichen Unterrichtsmethoden bis zu 40 % steigern läßt. Der Erfolg kommt dadurch zustande, das der Anwender durch die interaktive Programmgestaltung die Möglichkeit hat, Niveau und Lerngeschwindigkeit individuell zu bestimmen; er kann somit aktiv das Lernprogramm beeinflussen.

Allerdings darf das CD-I-System nicht nur unter dem Aspekt des Lernens betrachtet werden, da sich die Motivation eines Studenten oder Ausbilders teilweise erheblich von der eines normalen Konsumenten unterscheidet. Bei ihm steht u. U. die Unterhaltung oder die Information im Vordergrund.

Werden interaktive Programme verlangt?

Diese Frage läßt sich nicht ohne weiteres beantworten, weil dem normalen Konsumenten bisher noch kein CD-I-System angeboten wurde.

Einige Beobachter behaupten, daß der normale Konsument nicht bereit sei, mit seinem Fernsehgerät interaktiv zu arbeiten. Diese Meinung resultiert offensichtlich aus der Erfahrung im Umgang mit den Videospielen und Heimcomputern der ersten Generationen, denn diese interaktiven Systeme waren auf Grund ihrer «Abschußspiele» und ihrer primitiven Grafik nur kurzfristig erfolgreich. Den Heimcomputern blieb der Durchbruch mangels fehlender Prozessorleistung versagt. So können beide Systeme beim Konsumenten nicht mehr die gewünschte Resonanz finden. Diese «Marketing-Fehlleistungen» sollten jedoch nicht dazu verleiten, die Akzeptanz von interaktiven Programmen grundsätzlich in Frage zu stellen. Durch die hohe Leistungsfähigkeit im Audio- und Videobereich müßte die CD-I mit ihren interaktiven Fähigkeiten die gleiche Zielgruppe ansprechen, die heute Bücher und Zeitschriften konsumiert.

2 Die Entwicklung der CD-I

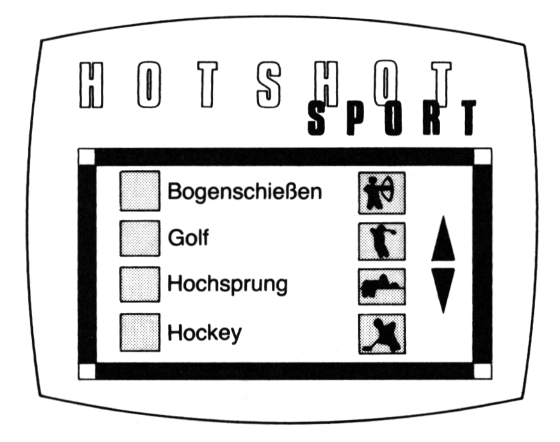
Das zweite Kapitel beginnt mit einer kurzen Reflexion über die Entwicklung zum elektronischen Verlagswesen. Es folgt eine Beschreibung der Technologie der optischen Speichertechnik (Laser-Abtastung) und im besonderen der CD-I. Weiterhin folgt ein Überblick über die heute verfügbaren Disc-Systeme wie CD-DA, CD-ROM, CD-V und CD-I. Zum Abschluß werden in groben Zügen die technischen und kreativen Aspekte der CD-I sowie die Marktchancen dieses neuen Mediums betrachtet.

Zuvor soll an einer simulierten Situation dargestellt werden, welche Vorteile das CD-I-System dem Konsumenten bieten kann (Bild 2.1).

Stellen Sie sich vor, Sie haben Interesse am Golfsport und möchten eine entsprechende Sportaufzeichnung sehen. Durch das CD-I-System haben Sie die Möglichkeit, ein Golfspiel nach Ihren Vorstellungen zu gestalten. Sie können wählen, welchen Sportler Sie sehen möchten, auf welchem Golfplatz das Spiel stattfinden soll und wie die Wetterbedingungen sein sollen. Über Maus, Tastatur oder Joystick können Sie die totale Kontrolle über den Spieler ausüben: Sie bestimmen Stand, Anschlaggeschwindigkeit und den genauen Zeitpunkt, wann der Schläger den Ball trifft (Bild 2.2).

Der multimediale Effekt liegt darin, daß eine durch Computergrafik dargestellt Figur mit Videoaufnahmen berühmter Golfplätze kombiniert werden kann. Für die akustische Untermalung (Zuschauer) sorgt dabei das Audiosystem.

Bild 2.1



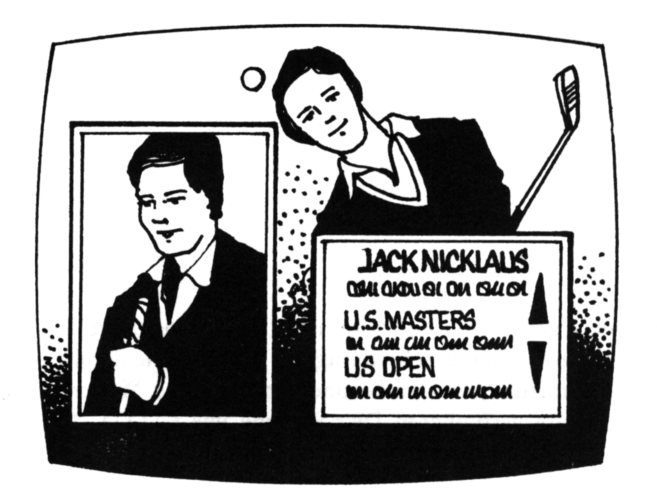



Bild 2.2

Möchten Sie während des Golfspiels Pausen einlegen, so können Sie sich bei erläuternden Videobildern über den Golfplatz, dessen Anlage und seine Geschichte informieren.

Diese hohe Unterhaltungsqualität kann erreicht werden, weil Computer und Fernseher in einem System integriert sind und die CD-I über eine große Speicherkapazität verfügt. Dabei ist das gesamte Gerät nicht größer als ein Videorecorder.

Die gleichen vielfältigen Möglichkeiten lassen sich selbstverständlich auch auf anderen Unterhaltungs- und Wissensgebieten realisieren.

Elektronisches Publizieren

Das herkömmliche Verlagswesen, d. h. das Herstellen und verteilen gedruckter Informationen, hat sich über die Jahrhunderte hinweg nur wenig geändert, auch wenn die Produktionsverfahren verbessert wurden.

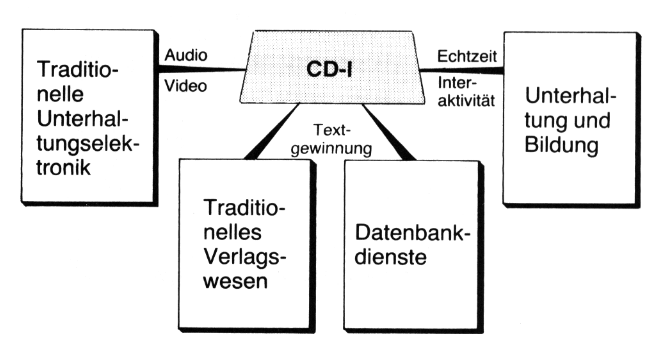


Bild 2.3

Paralell hierzu vollzog sich die Entwicklung neuer Kommunikationsmedien wie Radio, Film, Fernsehen, Computer-Software usw. Ein Merkmal dieser neuen Medien ist die Art, wie die Informationen übermittelt werden. Die Information selbst ist nur von Maschinen lesbar, und große Mengen an Informationen können schnell verteilt werden. Durch diese neuen Medien entstand das elektronische Verlagswesen (Bild 2.3). Einen wesentlichen Beitrag dazu liefert die optische Speichertechnik.

Optische Speichertechnik

Allgemein versteht man unter optischer Speichertechnik ein Verfahren, bei dem Informationen in codierter Form auf einem Trägermaterial (Disc) fest gespeichert werden. Das «Lesen» dieser codierten Informationen erfolgt mit Hilfe eines Laserstrahls.

Die optische Speichertechnik brachte das elektronische Publizieren einen großen Schritt vorwärts. Qualität, Quantität und Vielfalt der gespeicherten Informationen konnten wesentlich gesteigert werden. Hinzu kommt, daß die Träger der Information, in diesem Fall die optischen Discs, sehr strapazierfähig und nur schwer zu kopieren sind.

Die optische Speichertechnik entwickelte sich auf drei Wegen: Aus reinen Datensamlungen von Archivsystemen entstand das Magdoc-System (Vorläufer des heutigen Worm-Formats). Die beiden anderen Wege führten zur Laser-Bildplatte und zum Compact-Disc-System.

Da Laser-Bildplatte und Compact-Disc-System als eigenständige Systeme konzipiert wurden, mußte zusätzlich ein Codier- und Vervielfältigungsverfahren entwikkelt werden.

Die Markteinführung der Laser-Bildplatte begann 1978. Ihr Erfolg blieb aber auf den reinen Ausbildungssektor begrenzt.

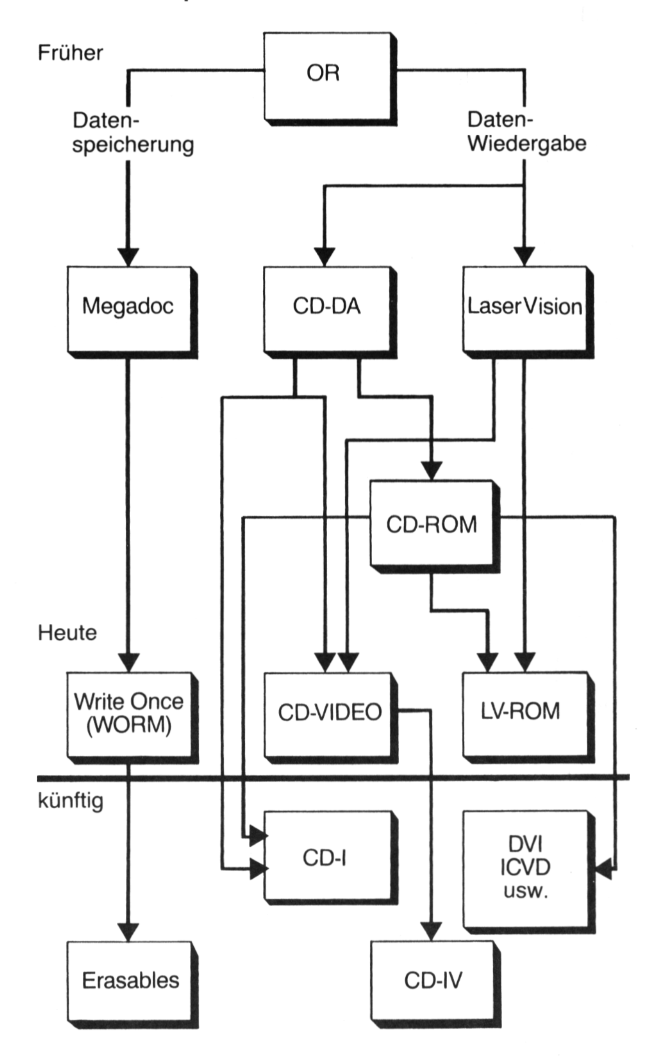
Den großen Durchbruch erreichte die optische Speichertechnik 1982 mit der Markteinführung des Compact-Disc-Systems für Audio-Anwendungen (CD-DA). Der Erfolg der Compact Disc wurde durch ihre vergrößerte Speicherkapazität und die relativ niedrigen Produktionskosten begünstigt.

Heute können Geräte zur Auswertung von optisch gespeicherten Daten in zwei Kategorien unterteilt werden.

1. Geräte, die optisch gespeicherte Daten lesen und die gelesenen Daten an eine externe Decodiereinrichtung übertragen können (offene Systeme für peripheren Einsatz).
2. Eigenständige Systeme, die den Inhalt einer Disc sowohl lesen als auch decodieren können (Laser-Bildplatte und CD-DA).

Beide Gerätearten waren ursprünglich für den passiven Gebrauch vorgesehen. (Medienprodukte, wie Film und Schallplatten, können als vollkommen passiv bezeichnet werden. Der Fernseher besitzt dagegen ein Mindestmaß an Interaktivität, da über die Fernbedienung ein Programmwechsel möglich ist. Andere Medienprodukte, wie z. B. CD-I, erlauben einen aktiven Umgang.)

Bild 2.4 **Optische Aufnahmetechniken**



Mit dem CD-I-Format (März 1987) und dem CD-V-Format (Juli 1987) wurde die Familie der eigenständigen Systeme erweitert. (CD-V ist eine Kombination von Laser-Bildplatten- und CD-DA-System.)

Die Familie der offenen Systeme wurde 1985 durch das CD-ROM-Format und kurz danach durch das Laser-Vision-ROM-Format ergänzt. Genau betrachtet sind beide Gerätekategorien reine ROM-Systeme (Nur-Lese-Speicher). Allerdings werden im Sprachgebrauch nur CD-ROM und Laser-Vision-ROM als «Read-Only-

Medien» bezeichnet. Der Einsatz optischer Discs im Medienwesen reicht vom einfachen passiven Gebrauch (reine Audio- oder Videowiedergabe) bis zu völlig interaktiven Applikationen. Unabhängig vom Einsatz und von der Gerätekategorie zum Lesen der Disc, wird immer die grundsätzlich gleiche Technologie verwendet (Bild 2.4).

Die auf den optischen Discs gespeicherten Informationen sind codierte elektrische Signale, die ihren Ursprung in einer Originalaufnahme auf einem Magnetband haben.

Ein von der Originalaufnahme gesteuerter Laserstrahl belichtet eine speziell beschichtete Glasplatte mit gleichen Abmessungen, wie sie die spätere Disc aufweist. Je nachdem, wie lange der Laser ein- und ausgeschaltet wird, bilden sich auf der beschichteten Glasplatte Vertiefungen (Pits) oder Erhöhungen mit unterschiedlichen Längen. Es entsteht eine Informationsspur, die ähnlich wie bei der herkömmlichen Schallplatte spiralförmig verläuft. Im Gegensatz zur Schallplatte verläuft die Spirale jedoch von innen nach außen.

Vom belichteten Glasmaster wird anschließend eine Matrize aus Metall angefertigt, aus der wiederum einzelne Preßstempel hergestellt werden. Mit Hilfe der Preßstempel fertigt man dann aus einem speziellen Kunststoff die Discs. Die ursprüngliche, auf dem Glasmaster vorhandene Pit-Struktur befindet sich jetzt ebenfalls auf der Kunststoff-Disc. Hier wird die Pit-Struktur als Informationsebene bezeichnet.

Damit die Informationsebene von einer Laserlichtquelle abgetastet werden kann, wird die Pit-Struktur mit einer hauchdünnen Aluminiumschicht überzogen (verspiegelt). Um die verspiegelte Informationsebene vor Kratzern und Schmutz zu schützen, folgt anschließend eine Versiegelung der Pit-Struktur durch einen Kunststoff.

Die Abtastung der Informationsebene auf der Disc geschieht durch einen dünnen Laserstrahl, der durch ein Abtastsystem aus Prismen und Spiegeln auf die Disc gelenkt wird. Der nur ca. 1 µm dünne Lichtstrahl wird von der Aluminiumschicht reflektiert und fällt im Abtastsystem auf einen Fotodetektor. Auf Grund der Pit-Struktur wird das reflektierte Licht in seiner Intensität moduliert, was auf dem Fotodetektor einen unterschiedlichen Fotostrom hervorruft. Eine anschließende Decodiereinrichtung erzeugt aus den unterschiedlichen Fotoströmen die Audio-, Video- oder Computersignale.

Die Compact Disc (CD)

Eine Variante der optischen Disc-Technologie ist die Compact Disc (CD). Sie kann für verschiedene Anwendungen benutzt werden. Im einzelnen unterscheidet man folgende CD-Ausführungen:

- CD-DA (Compact Disc-Digital Audio)
  CD-DA haben eine Durchmesser von 12 cm und erlauben einen qualitativ hochwertige Audiowiedergabe mit einer Spielzeit von 75 Minuten.

- ☐ CD-V (Compact Disc-Video) CD-V gibt es mit unterschiedlichen Abmessungen:
  a) 12 cm Durchmesser mit 6 Minuten Video- und 20 Minuten Audiowiedergabe.
  b) 20 bzw. 30 cm Durchmesser mit 20 Minuten bzw. 60 Minuten Videowiedergabe pro Seite.
- ☐ CD-ROM (CD-Read-Only-Memory)
  Die CD-ROM hat einen Durchmesser von 12 cm und ermöglicht eine Speicherkapazität bis zu 600 Megabyte für Computer-Anwendungen; d. h., auf einer Disc lassen sich 150 000 Seiten Text speichern.
- ☐ CD-I (Compact Disc-Interaktiv)
  Die CD-I hat einen Durchmesser von 12 cm und eine Speicherkapazität von 650 Megabyte. Sie kann Daten von verschiedenen Medienquellen bearbeiten. Auf einer CD-I lassen sich z. B. 7 800 Video-Standbilder oder 2 Stunden Musik in Top-Qualität speichern. Setzt man die Qualitätsansprüche an die Audiowiedergaben herab, so läßt sich eine Spielzeit bis zu 17 Stunden realisieren. Eine reine Textinformation könnte 150 000 Seiten aufnehmen.
  Selbstverständlich sind Kombinationen aus allen Medienbereichen möglich.

Compact Disc-Digital Audio (CD-DA)

Die Compact Disc-DA, im allgemeinen Sprachgebrauch als «Compact Disc» bezeichnet, ist heute ein außerordentlich erfolgreiches Produkt. Seit Beginn der Markteinführung (1982) wurden bis Ende 1987 ca. 30 Millionen Abspielgeräte und 450 Millionen CDs ausgeliefert. Der Konsument erhält damit eine qualitativ hochwertige Audiowiedergabe zu einem attraktiven Preis. Da die weiterentwickelten Disc-Systeme mit Multimedia- und Interaktivfähigkeiten hervortreten, werden die Auswirkungen im Markt ähnlich wie beim CD-DA-System verlaufen.

Um eine maximale Kompatibilität zu erreichen, richten sich alle technischen Spezifikationen der weiterentwickelten Disc-Systeme nach dem CD-DA-System. Obwohl die Durchmesser der Discs variieren, können CD-V- und CD-I-Abspielgeräte in jedem Fall auch CD-DA abspielen.

Analog und Digital

Alle früheren audiovisuellen Medien benutzen eine analoge Aufnahmetechnik, die auf Veränderung elektrischer Spannungswerte beruht. Dagegen arbeiten CD-DA-, CD-ROM- und CD-I-Systeme digital. Diese Technik basiert auf einem genaueren binären Computercode.

Der wesentlichste Vorteil digitaler gegenüber analogen Systemen ist das Fehlen von Störsignalen oder Störgeräuschen, die eine Informationsübertragung beeinträchtigen können. Weiterhin ist es für ein digitales System unwichtig, ob die Information aus Computerdaten oder audiovisuellen Signalen besteht.

Internationale Normen

Audiovisuelle Einrichtungen, die mit Videobändern oder Laser-Vision-Discs arbeiten, sind an nationale TV-Standards gebunden. Als Folge können Cassetten oder Discs, die z. B. für die USA produziert werden, nicht auf Geräten abgespielt werden, die nach einer europäischen Norm arbeiten.

Die Leistungsfähigkeit des CD-I-Systems zeigt sich auch in der Kompatibilität auf dieser Ebene: Jede CD-I ist auf jedem CD-I-Abspielgerät überall in der Welt abspielbar. Dieser internationale Standard konnte deshalb erreicht werden, weil die führenden Hersteller des CD-I-Systems, Philips und Sony, weltweit Lizenzen an über 150 Firmen vergeben haben.

Technisch gesehen macht das eine CD-I so universell wie ein Buch oder eine Audioaufzeichnung. Sprachprobleme lassen sich umgehen, indem die Informationen mehrsprachig auf der CD-I gespeichert werden.

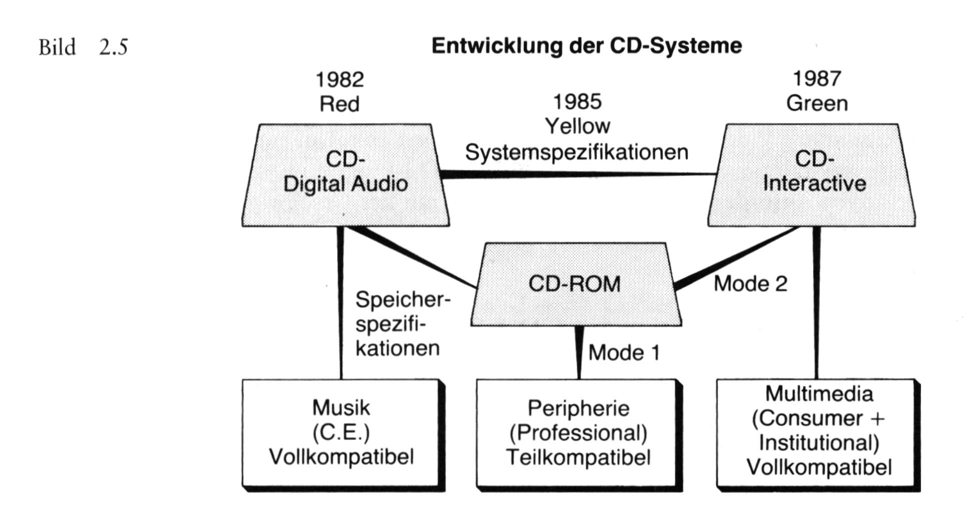
Aufgrund der großen und flexiblen Speicherkapazität der CD-I werden die einzelnen Text-, Bild- und Grafikinformationen getrennt verarbeitet. Nur während eines Programmablaufs werden alle Einzelinformationen zu einer Gesamtinformation zusammengesetzt.

Compact Disc-Interactive (CD-I)

Im März 1987 wurden im sogenannten «Green Book» die Spezifikationen des CD-I-Systems festgelegt (Bild 2.5). Neben einer Vielzahl logischer Bedingungen sind folgende Merkmale enthalten:

- ☐ Volle Kompatibilität mit dem CD-DA-System (Spezifikation des «Red Book»). Ein CD-I-Player ist in der Lage, jede CD-DA abzuspielen. (Einige CD-ROM-

Bild 2.5



Geräte und einige jüngere CD-DA-Geräte können auch für CD-I-Anwendungen umgerüstet werden.)

- Kompatibilität mit bestehenden externen Geräten der Unterhaltungselektronik (Audio-Video-Anlagen, TV-Geräte). Somit kann ein CD-I-Gerät seine Information an jede Stereoanlage oder an jedes TV-Gerät abgeben.
- Das komplette interaktive Medienprogramm befindet sich auf der CD-I. Außer einem CD-I-Player wird keine zusätzliche Hard- oder Software benötigt.
- Durch eine zukunftssichere Technologie ist jederzeit Platz für spätere Verbesserungen und Erweiterungen der Normen.

Der CD-I-Player

Die CD-I-Spezifikation beschreibt den Mindeststandard (Base Case), der vorhanden sein muß, um eine CD-I abspielen zu können. Er kann im CD-I-Player oder in einem externen Zusatzgerät für CD-DA-Player vorhanden sein. Dieser Mindeststandard wird sichergestellt durch Grundschaltungen zum Auslesen (Read Out) der digitalen Informationen auf der Disc, die bei allen Disc-Systemen gleich sind.

Der Kern des CD-I-Players ist das Betriebssystem CD-RTOS (Compact Disc Real-Time Operating System). Mit Hilfe des CD-RTOS werden alle Steuer- und Kontrollfunktionen zur Verarbeitung und Decodierung der Disc-Information ausgeführt.

Das CD-RTOS wurde eigens für CD-I-Systeme entwickelt, um die für interaktive Anwendungen erforderliche Echtzeitverarbeitung realisieren zu können. (Man spricht von Echtzeitverarbeitung, wenn die einem System angebotene Information sofort verarbeitet wird und das Ergebnis unmittelbar auf dem Bildschirm erscheint.)

Das CD-RTOS ist fest im Hauptspeicher des CD-I-Players gespeichert. Die Informationen der CD sind auf Spuren verteilt, die in einzelnen Sektoren unterteilt sind. Jeder Sektor ist wiederum in kleinere Sektoren unterteilt, in denen die Audio-, die Video- oder die Textinformationen untergebracht sind. Innerhalb einer Sekunde werden 75 Hauptsektoren auf der Disc abgetastet. Enthält ein Sektor Audioinformationen, können auf dem Bildschirm keine neuen Bilder erscheinen. Sind die Sektoren mit Videobildern belegt, gibt es keinen Ton. Um eine wirkungsvolle Programmgestaltung zu erreichen, muß der CD-I-Programmentwickler lernen, die kreativen Anforderungen seines Programms mit der Geschwindigkeit des Systems und dem Raumangebot des Datenkanals auszubalancieren.

Die Audioinformation im CD-I-System

Die Wiedergabe der auf einer CD-I gespeicherten Audioinformation kann mit unterschiedlichem Qualitätsniveau geschehen. Es ist von der Menge der zu verarbeitenden Daten pro Zeiteinheit abhängig, weil höhere Signalpegel (höhere Dynamik = bessere Qualität) mehr Platz im Datenkanal benötigen.

Im CD-I-System kann die Wiedergabe von Audioinformationen in 6 verschiedenen Betriebsarten und 3 unterschiedlichen Qualitätsstufen für jede Betriebsart (Mono und Stereo) erfolgen.

Im A-Level entspricht die Wiedergabequalität der einer hochwertigen neuen Schallplatte.

Im B-Level wird eine Qualität entsprechend einer guten UKW-Rundfunksendung erreicht.

Der C–Level entspricht einem AM-Rundfunkempfang unter optimalen Bedingungen.

Bei einer kritischen Balance zwischen Platz und Qualität wird man den A-Level (Stereo) am besten für musikalische Zwischenspiele verwenden. Für Erläuterungen und Hintergrundmusik eignet sich der B-Level. Erst wenn andere Daten im Vordergrund stehen und der verfügbare Platz im Datenkanal kleiner wird, sollte der C–Level eingesetzt werden. In Kapitel 3 werden die Kriterien zum Qualitätsniveau und zur Kapazität ausführlich behandelt.

Die Videoinformation im CD-I-System

Das CD-I-System bietet auch eine Wahl der Videobildqualität:

- □ normales Auflösungsvermögen für die meisten Videobilder,
- □ doppelte Auflösung für eine bessere Darstellung von Computertexten und Grafiken,
- □ erhöhte Auflösung, um zukünftige Standards digitaler TV-Systeme erfüllen zu können.

Im CD-I-System sind vier Haupttypen von Farbbildern definiert. Weiterhin gibt es verschiedene Techniken, diese Farbbilder so ökonomisch wie möglich aufzunehmen:

- □ Zur Farbcodierung von «natürlichen» Aufnahmen, wie z.B. Dias usw., verwendet man das DYUV–Verfahren. Hiermit erreicht man eine realistische Färbung und Tönung der Farbbilder.
- □ Für Computertexte und Grafiken ist die RGB-Ansteuerung das geläufigste Verfahren (RGB = direkte Ansteuerung der Bildröhre mit den Farben Rot, Grün und Blau). Hier wird häufig das CLUT-Prinzip angewendet (CLUT = Color Look-Up Table). Dabei werden Mischungen aus einer Palette von 256 Einzelfarben gleichzeitig erzeugt.
- □ Einfache Cartoons verwenden eine Run-Length-Codierung für große Flächen in einer Farbe. Diese Figuren können schnell zur Erzeugung von Zeichentrickbildern generiert werden.

Während Spezialeffekte bei herkömmlichen Videoaufnahmen durch Bearbeitung des Masterbandes entstehen, können im CD-I-Player gleichzeitig verschiedene Effekte erzeugt werden. Im einzelnen handelt es sich um folgende Möglichkeiten:

- ☐ Cuts, Wipes, Fades und Überblenden zwischen Bildern,
- ☐ Mosaik- und Granulation-Auflösung,
- ☐ partielle Aktualisierung (Updates) von Bildern an nur einer Stelle des Bildschirms.

Alle Effekte können über vier Ebenen realisiert werden; z. B. kann sich eine kleine «Cursor-Ebene» im Vordergrund befinden, die von zwei Ganzbild-Ebenen und einer Hintergrund-Ebene unterlegt ist.

Eine Vielfalt an Bildern kann entstehen, indem aus zwei oder mehreren Ebenen ein zusammengesetztes Bild erzeugt wird.

Der Entwicklungsprozeß

Zumindest in den Anfangsstadien der CD-I-Markteinführung werden die meisten CD-I-Applikationen auf anderen Medien-Systemen basieren. Die Gründe hierfür liegen in der Vertrautheit mit bereits vorhandenen Konzepten und Programmtiteln sowie im Verhalten der Konsumenten gegenüber neuen Technologien.

Der Entwicklungsprozeß beginnt mit dem Erstellen der Dokumentation. Sie soll die Strategie des Auftraggebers, die Vorschläge der Entwicklungsfirma sowie die Anwendungs- und Vertragsdokumente aller beteiligten Partner enthalten.

Am wichtigsten für die Herstellung einer CD-I-Applikation sind das Storyboard, das Flußdiagramm und die Manuskripte für die erzählenden Abschnitte und Texte.

Im Storyboard wird das Aussehen der späteren Darbietung festgehalten. Das Flußdiagramm beschreibt den Ablauf der Interaktivität.

Während der Erstellung von Storyboard, Flußdiagramm und Manuskript sollte der Schwerpunkt bei den kreativen Aspekten der Applikation und nicht bei der Konzentration auf den Produktionsprozeß liegen. Denn die Komplexität der Aufgabe verlangt, daß jedes Detail passen muß, bevor die Entwicklung und der Zusammenbau einzelner Komponenten beginnt.

Während des Zusammenbaus können mehrere Arbeiten parallel laufen. So können z. B. Bild- und Tonaufnahmen gemacht werden, Grafiken und Text erstellt sowie das Computerprogramm geschrieben werden.

Wenn das ganze Material zusammengetragen ist, wird es codiert und komprimiert, um Datenfiles zu schaffen. In diesem Stadium können die einzelnen Datenfiles auf einem größerem Computer getestet und die spätere Applikation simuliert werden. Bereits hier muß das gesamte Programmaterial einer genauen Prüfung unterzogen werden, damit Korrekturen für einen reibungslosen Ablauf der Interaktivität vorgenommen werden können. Erst nach einwandfrei ablaufender Simulation folgen die Umcodierung auf das CD-I-Format und das Pressen der Disc.

3 Was kann CD-I?

Dieses Kapitel befaßt sich mit dem gesamten Spektrum der Medienpalette, das dem CD-I-Programmentwickler zur Verfügung steht. Die audiovisuellen Konzepte, die durch die CD-Technologie möglich sind, werden besonders behandelt. Technische Details hierüber können im Kapitel 7 nachgelesen werden.

Die Leistungsfähigkeit des CD-I-Systems

Eine der wichtigsten Besonderheiten des CD-I-Systems sind die interaktiven Möglichkeiten, mit denen Informationen jederzeit gezielt gesucht und dann in unterschiedlichen Zusammenstellungen abgerufen werden können. So kann der Anwender vollkommen frei entscheiden, wie er Fotos, Cartoons, Musik, Rede und Texte kombinieren möchte.

Ein großer Vorteil des CD-I-Systems liegt darin, daß es zum einen dem Leistungsvergleich mit anderen Disc-Systmen standhält, zum anderen noch zusätzliche Eigenschaften aufweist. So können mit einem CD-I-Player nicht nur normale CD-DA mit HiFi-Qualität abgespielt werden, sondern auch Unmengen an Text- und Grafikinformationen wiedergegeben werden. Hierbei arbeitet das CD-I-System mit allen herkömmlichen TV-Standards.

Hinzu kommt, daß zahlreiche Spezialeffekte bei der Bildwiedergabe möglich sind. Neben Video-Wipes, Video-Fades, 3D-Grafik usw. bietet das CD-I-System zusätzlich in Echtzeit

- die Wahl zwischen stehenden und bewegten Bildern,
- drei verschiedene Audioqualitäten,
- drei verschiedene Bildauflösungen,
- vier verschiedene Bildcodiertechniken,
- unabhängige Bildebenen mit oder ohne Transparenz.

Die wichtigste Zielgruppe für das CD-I-System ist der breite «Consumer-Markt»; es ist aber für den beruflichen Einsatz und im elektronischen Verlagswesen ebenso attraktiv. Die Bereiche Bildung und Schulung, Versandwesen und Reiseinformation sind dabei besonder wichtig.

Audio

Die Audioinformationen auf der CD können sowohl über eine herkömmliche HiFi-Anlage als auch über ein angeschlossenes Fernsehgerät wiedergegeben werden. Die Qualität erfüllt in jedem Fall alle Erwartungen, die heute und in Zukunft an eine hochwertige Audio-Wiedergabe gestellt werden.

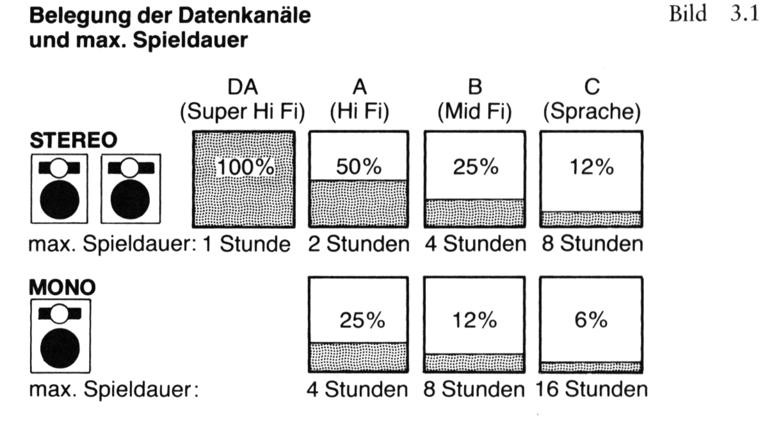
Qualitätsniveau und Kapazität

Eine CD-DA mit 12 cm Durchmesser hat normalerweise eine Spieldauer von etwas mehr als 1 Stunde. Für diese Leistung wird die gesamte Speicherkapazität benötigt.
Eine Disc kann zwar Audiosignale in CD-DA-Qualität wiedergeben, es muß aber zusätzlich Platz für die übrigen Daten (Bild, Text, Grafik usw.) bleiben. Der Programmentwickler kann zwischen Mono- und Stereowiedergabe und drei verschiedenen Qualitätsstufen wählen.

Je höher das Qualitätsniveau gewählt wird, desto mehr Platz wird im Datenkanal benötigt. Daher kann die Wahl des Qualitätsniveaus für einige Applikationen entscheidend sein. Hier muß der Programmentwickler zwischen Disc-Kapazität, Programmentwurf und Wiedergabequalität ausbalancieren.

Bild 3.1 zeigt auf einem Blick die Unterschiede der einzelnen Audio-Qualitätsstufen.

Bild 3.1



A-Level
Die Qualitätsstufe A entspricht der Widergabequalität einer hochwertigen Schallplatte. Die für eine Schallplatte typischen Störgeräusche sind jedoch ausgeschlossen, da die Disc durch einen Laserstrahl abgetastet wird. Eine Stereoinformation mit der Qualitässtufe A benötigt nur halb so viel Platz im Datenkanal wie die gleiche Informationsmenge auf einer herkömmlichen CD-DA.

D. h., auf der CD-I stehen weiter 50 % Speicherplatz für die Zusatzinformationen Text, Bild, Grafik usw. zur Verfügung.

Eine reine Monoinformation in Qualitätsstufe A benötigt 25 % Platz auf der Disc. Wird der gesamte verfügbare Platz auf der CD-I mit Audioinformationen der Qualitätsstufe A belegt, lassen sich 2 Std. Spielzeit (stereo) bzw. 4 Std. Spielzeit (mono) realisieren.

B-Level

Eine Audiowiedergabe mit Qualitätsstufe B entspricht der Wiedergabequalität einer UKW-Rundfunksendung unter besten Bedingungen. In dieser Betriebsart werden für eine Stereowiedergabe nur 25 % des verfügbaren Platzes auf der CD-I benötigt. Wenn die gesamte CD-I mit Audioinformationen der Qualitätsstufe B belegt wird, ergibt sich eine max. Spielzeit von 4 Std. (stereo) bzw. 8 Std. (mono).

C–Level

Die Audio-Qualitätsstufe C entspricht einer AM-Rundfunksendung unter besten Empfangsbedingungen. Durch die Einschränkung der Wiedergabequalität reduziert sich der erforderliche Speicherplatz auf 6 % des gesamten verfügbaren Raumes. 94 % Speicherplatz können für andere Daten (Text, Bild, Grafik usw.) genutzt werden. Mit Qualitätsstufe C lassen sich auf einer CD-I maximal 16 Std. Audiowiedergabe realisieren.

Bei einem Musikvideo wäre es daher sinvoll, die Hälfte der verfügbaren Speicherkapazität mit hochwertiger Audioinformation zu belegen. Eine multilinguale Applikation könnte z. B. alle Audiodatenkanäle nutzen, um eine einstündige Rede in 16 verschiedenen Sprachen aufzuzeichnen.

Ein CD-DA-Player erlaubt lediglich die Wiedergabe eines Audiodatenkanals mit max. 72 Minuten Spielzeit. Mit einem CD-I-Player können jedoch 16 unterschiedliche Audiodatenkanäle mit einer max. Dauer von je 1 Stunde abgespielt werden. Zusätzlich besteht im CD-I-Player die Möglichkeit, kurze Audioinformationen in einem temporären Speicher (Soundmaps) abzulegen und die abgelegten Daten über eine Interaktion wieder abzurufen.

Weil die Informationen auf der Disc auf einzelne Sektoren verteilt sind, kann die Audio-Qualitätsstufe von Sektor zu Sektor gewählt werden.

Soundmaps

Mit Soundmaps bezeichnet man kurze Tonabschnitte, die in einem Kurzzeitspeicher im CD-I-Player abgelegt werden. Soundmaps werden dort verwendet, wo ein kurzer Audioabschnitt schnell und oft wiederholt werden muß, z. B. als Antwort auf eine Interaktion. Eine Soundmap-Information wird direkt von der Disc in den RAM-Speicher des CD-I-Players übertragen und dort abgelegt, während Informationen von anderen Stellen der Disc gelesen werden können.

Soundmap-Inhalte können (in mono oder stereo) in allen 3 Qualitätsstufen gespeichert werden. Sie können mit aktuellen Audioinformationen von der Disc gemischt oder durch Rückkopplung wieder in den Signalweg eingefügt werden.

Spezielle Anwendungen
Das Prozessorsystem des CD-I-Players kann zusätzlich zur Wiedergabe der auf der Disc gespeicherten Audiodaten selbst Töne erzeugen. Spezielle Applikationen aus dem Bereich der Computermusik können mit zusätzlicher Hardware (Synthesizertastatur usw.) realisiert werden.

Steuerung der Audiowiedergabe
Die Audiowiedergabe kann auf verschiedene Weise beeinflußt werden. So lassen sich beliebige Verschiebungen von links nach rechts oder verschiedene Abschwächungen durchführen.

Video

Das CD-I-System erfüllt alle Erwartungen des Anwenders in bezug auf die Bildqualität. Es lassen sich stehende und bewegte Videobilder, Fotos oder Computergrafik erzeugen. Ähnlich wie in anderen Mediensystmen können Besonderheiten wie Video-Wipes, Video-Cuts usw. ausgeführt werden.

Mußte dazu bisher ein Masterband im Studio bearbeitet werden, lassen sich diese Effekte im CD-I-System vom Player selbst erzeugen. Die Wiedergabe aller Video-Informationen ist auf jedem TV-Gerät, unabhängig vom TV-Standard, möglich.

Verschiedene TV-Standards
Zur Zeit gibt es weltweit zwei TV-Standards, die auf Grund unterschiedlicher Systemparameter miteinander nicht kompatibel sind.

In Nordamerika und Japan verwendet man das NTSC-System. Darin besteht ein Bild aus 525 Zeilen. Pro Sekunde werden 30 Bilder übertragen.

Das PAL-System wird in den meisten europäischen Ländern, in Australien, Afrika und Südamerika eingesetzt. Im PAL-System wird ein Bild aus 625 Zeilen aufgebaut. In einer Sekunde werden 25 Bilder übertragen.

Das CD-I-System kennt diese Inkompatibilität nicht. Eine CD-I, die dem internationalen Standard entspricht, kann weltweit auf jedem CD-I-Player abgespielt werden.

Auflösung
Die Wiedergabequalität eines Videobildes wird durch die Auflösung bestimmt. Mit Auflösung gibt man die max. darstellbare Anzahl horizontaler und vertikaler Bildpunkte (Pixels) an.

Alle Videobilder können mit drei unterschiedlichen Auflösungen dargestellt werden (Bild 3.2). Die Qualitätsstufen sind:

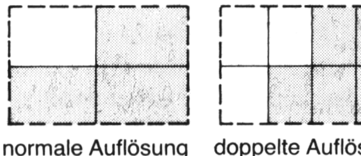
- ☐ Normale Auflösung
  Die normale Auflösung entspricht der Bildqualität eines guten Fernsehempfängers.

□ Doppelte Auflösung
Mit doppelter Auflösung wird eine Wiedergabe erreicht, die der besten Qualität eines Standard-Computermonitors entspricht.

□ Hohe Auflösung
Mit «hoher Auflösung» wird eine Studio-Bildqualität erreicht, die dem AES/EBU-Standard ebenbürtig ist.

Bild 3.2







Aktiver Bildbereich

Bedingt durch das Prinzip der TV-Bilderzeugung, kann es je nach angeschlossenem Fernsehempfänger zu einem «Overscan-Effekt» kommen. Bei einem Overscan wird das übertragene Bild größer als die Bildschirmfläche des angeschlossenen Fernsehgerätes. Aus diesem Grund gibt es in beiden TV-Standards eine sog. Sicherheitszone, die den in jedem Fall darzustellenden aktiven Bildbereich garantiert.

Der aktive horizontale Bildbereich beträgt in beiden TV-Standards 320 Pixel. Der aktive vertikale Bildbereich ist für den NTSC-Standard 210 Pixel, für den PAL-Bereich 280 Pixel.

Wegen dieser Unterschiede sollte der CD-I-Programmentwickler darauf achten, daß die wichtigsten Bildinformationen im aktiven Bildbereich von 320 – 210 Pixel liegen (Bild 3.3).

Kompression der Datenmenge

Die digitale Informationsspeicherung auf der Disc führt zu einem Anstieg der Datenmenge. Hierbei wächst die Datenmenge mit zunehmender Signalqualität. Ebenso wie bei der Codierung von Audio-Informationen werden auch bei der Co-

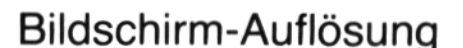
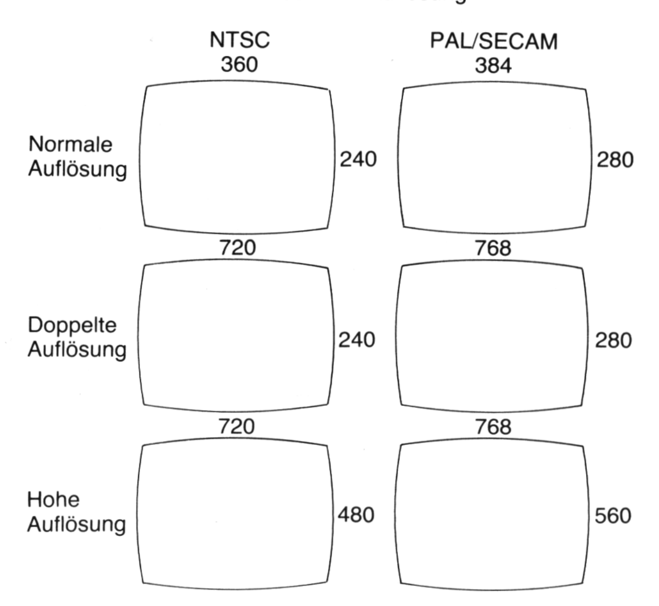


Bild 3.3



dierung von Video-Informationen verschiedene Verfahren angewendet. Der Zweck dieser verschiedenen Codierungsverfahren liegt darin, die Menge der anfallenden Daten so zu komprimieren, daß sie innerhalb der gewünschten Qualitätsstufe nicht übermäßig ansteigt.

Die Datenmenge einer Bildinformation läßt sich am Beispiel eines normalen RGB-Grafikbildes in einem Standard-Computersystem verdeutlichen. So benötigt hier ein Bild einen Speicherplatz bis zu 300 KBytes. Die Ladezeit der Daten beträgt fast 2 Sekunden. Erst durch Datenkompression läßt sich der Speicherplatz auf 100 KBytes und eine Ladezeit von 1 Sekunde reduzieren.

Codierungsverfahren

Im CD-I-System stehen vier Bild-Codierungsverfahren zur Verfügung: Das DYUV–Verfahren eignet sich am besten zur Codierung von natürlichen Bildern (Definition siehe Glossar). Für Texte und Grafiken verwendet man vorzugsweise das RGB-5:5:5- oder das CLUT-Verfahren; Bilder mit großen Farbflächen werden am günstigsten mit der Run-Length-Codierung umgesetzt.

Das DYUV–Verfahren basiert auf dem Prinzip der Bilderzeugung, wie es in den Rundfunkanstalten üblich ist. Hier werden die einzelnen Komponenten Y (Helligkeitsinformation) sowie U und V (U = Farbinformation für Blau, V = Farbinformation für Rot) zu einer gemeinsamen Bildinformation zusammengesetzt. Die Abkürzung D bei DYUV steht für «Delta» bzw. «Differential» und gibt an, daß bei der Codierung der U- und V-Komponenten immer nur der Unterschied zum voran-

gegangenen Wert erfaßt wird. Hierdurch wird eine Datenkompression von 3 : 1 gegenüber der herkömmlichen RGB-Codierung erreicht. Wenn eine erhöhte Auflösung im Y-Bereich gewünscht wird, besteht die Möglichkeit, das QHY-Verfahren (Quantized High Resolution) einzusetzen. Die höhere Auflösung wird durch Anheben der Y-Komponente erreicht. Allerdings würde bei direktem Anheben der Y-Komponente der Speicherbedarf auf der Disc um das Vierfache steigen. Um trotzdem mit dem vorhandenen Speicherplatz auszukommen, wird ein spezielles Interpolationsverfahren verwendet. In den Grundspezifikationen des CD-I-Systems ist die QYH-Technik jedoch nicht festgelegt.

Zur Darstellung von Texten und Grafiken können das RGB-5:5:5-, das CLUT- und das Run-Length-Coding-Verfahren eingesetzt werden. Das RGB-5:5:5-Verfahren ist bei normaler Auflösung verwendbar. Man erreicht mit dieser Technik eine Datenkompression von 1, 5 : 1, d. h., ein vollständiges Monitorbild benötigt einen Speicherplatz von ca. 200 KByte. Im Gegensatz zur herkömmlichen RGB-Codierung, in der jeder Farbintensitätswert durch ein 8-bit-Datenwort gebildet wird (entspr. 256 Farbintensitätswerten), wird beim RGB-5:5:5-Verfahren ein Farbintensitätswert durch ein 5-bit-Datenwort dargestellt (5 bit = 32 Möglichkeiten). Das erreichbare Kompressionsverhältnis ist bei diesem Verfahren nicht besonders hoch und somit nicht allzu effizient.

CLUT ist die Abkürzung für Color Look-Up Table. Man bezeichnet damit eine Technik, die ein Bild aus 256 vordefinierten Farbwerten zusammenstellt. Die vordefinierten Farbwerte sind in einem Speicher abgelegt. Sind jeweils für Rot, Grün und Blau 256 verschiedene Farbwerte vorgesehen, lassen sich insgesamt 256 : 256 : 256 = über 16 Millionen Farbwerte erzeugen – mehr als im RGB-5:5:5-Verfahren. Das menschliche Auge kann aber bei einem stehenden Bild höchstens zwischen 5 000 und 10 000 verschiedenen Farbwerten unterscheiden. Aus diesem Grund eignet sich das CLUT-Verfahren nicht besonders gut zur Codierung von natürlichen Bildern mit feinen, weichen Farbübergängen.

Der Kompressionsfaktor beträgt beim CLUT-Verfahren, ähnlich wie beim DYUV–Verfahren, ca. 3 : 1. Im Gegensatz zum DYUV–Verfahren ist das CLUT-Verfahren für normale und doppelte Auflösung einsetzbar. Allerdings reduziert sich bei doppelter Auflösung die Anzahl der Farbwerte pro Farbe von 256 auf 16 (Bild 3.4).

Bei der Run-Length-Codierung sind die Zahl der Farbwerte und die Zahl der Farbwechsel pro Zeile stark eingeschränkt. Es ist daher das wirtschaftlichste Verfahren zur Codierung größerer Farbflächen (Cartoons usw.).

Run-Length-codierte Farbbilder kommen mit geringem Speicherbedarf aus, können schnell abgerufen und auf dem Bildschirm manipuliert werden. Zur Definition der Farbwerte wird im Run-Length-Verfahren die CLUT-Technik herangezogen. Bei normaler Auflösung stehen 128 Farben, bei doppelter Auflösung jedoch nur 8 Farben zur Verfügung.

Der große Vorteil der Run-Length-Codierung liegt im geringen Speicherbedarf. Für einen Cartoon oder eine Strichzeichnung werden nur 10 bis 20 KBytes benötigt.



Bild 3.4

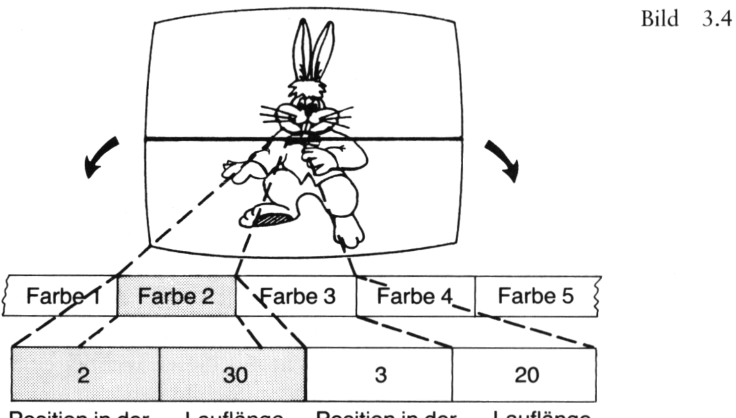
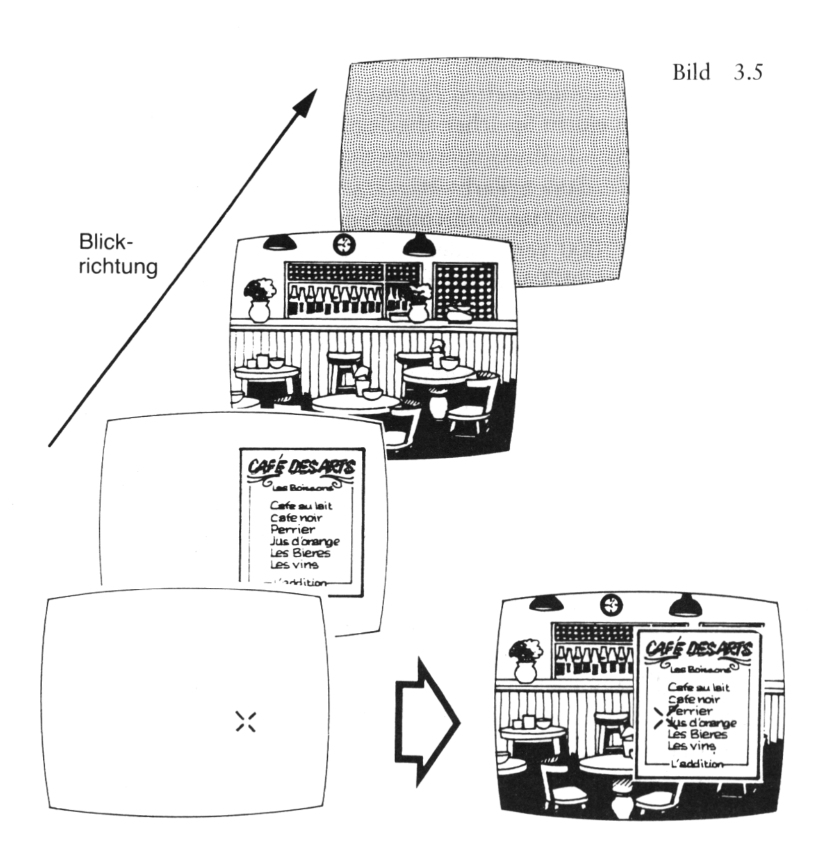


Bild 3.5



Sind in einzelnen Bilder Buchstaben oder Texte vorhanden, können sie nach dem gleichen Prinzip wie in der Computertechnik gespeichert werden. Es besteht aber zusätzlich die Möglichkeit, Texte wie ein Farbbild zu behandeln. Dabei ist es gleich, ob das Bild nach dem RGB-, CLUT- oder dem Run-Length-Verfahren codiert wird.

Im CD-I-System ist ein Standard-Zeichensatz definiert, der alle lateinischen Buchstaben, verschiedene Währungssymbole und Sonderzeichen enthält. Zusätzlich können alternative Zeichen von der Disc in den Decoder des CD-I-Players übertragen werden.

Bildebenen

Das Bild, das der Anwender auf dem Bildschirm sieht, kann aus mehreren hintereinandergesetzten Bildebenen zusamengestellt sein (Bild 3.5).

Maximal sind vier Bildebenen möglich. Die erste Ebene wird von einem kleinen Feld aus 16 × 16 Pixel gebildet, das als einfarbiger Cursor verwendet wird. Hinter dem Cursor können ein oder zwei Bildebenen erscheinen, die die gesamte Monitorfläche ausfüllen (Full Screen). Beide Bildebenen können gemeinsam oder individuell nach dem DYUV- oder dem CLUT-Verfahren codiert und erzeugt werden.

Alternativ lassen sich beide Bildebenen zu einem RGB-5:5:5-Bild verschmelzen.

Als vierte oder Hintergrundebene kann ein monochromatisches Bild als «Kulisse» wirken (in Bild 3.5 nicht dargestellt). Für die Hintergrundkulisse stehen 15 Farben zur Auswahl. Bei einigen CD-I-Playern kann die Hintergrundinformation durch ein extern zugeführtes Videosignal gebildet werden.

Bewegung im Bild

Dies bisherigen Betrachtungen richteten sich ausschließlich auf die Wiedergabe von stehenden Bildern. Das CD-I-System ermöglicht aber auch die Wiedergabe von bewegten Bildern. Der Eindruck eines sich bewegenden Bildes kann durch eine schnelle Aufeinanderfolge einzelner Bilder hervorgerufen werden. Zur Wiedergabe bewegter Bilder müssen folglich mehrere Einzelbilder gespeichert und entsprechend schnell von der Disc gelesen werden; d.h., für bewegte Bilder wird auf der CD-I mehr Speicherplatz benötigt. Diesen Umstand muß der Programmentwickler bei CD-I-Applikation beachten. Die benötigte Speicherkapazität für eine Sequenz schnell aufeinanderfolgender Bilder läßt sich nur dann hinreichend genau kalkulieren, wenn die Anzahl Bits pro Einzelbild und die Bildwiederholfrequenz bekannt sind. Die benötigte Bitmenge pro Einzelbild ergibt sich aus dem jeweils verwendeten Codierverfahren.

Um Speicherplatz zu sparen, verwendet man verschieden Verfahren zur Reproduktion beweglicher Bilder. Für einige Anwendungen reicht es z.B. aus, wenn ein Bild nur partiell verändert wird. Bei diesem sog. «Update» einzelner Bildinformationen brauchen nur ca. 13 % der bereits vorhandenen Bildinformation verändert werden, um ein neues Bild zu generieren.

Um bewegte Bilder ohne nennenswertes Bewegungenszittern zu erhalten, müssen mindestens 10 Bilder pro Sekunde erzeugt werden. Spezielle Softwaretechniken

ermöglichen solche Wiederholfrequenzen, ohne daß die Datenmenge wesentlich ansteigt. Bedingung ist, daß der bewegliche Teil des Bildes nicht mehr als 50 % der Bildfläche beträgt.

Zur Darstellung von großflächigen Bewegungsbildern kann das Chroma-Key-Verfahren angewendet werden. Chroma Key ist ein Verfahren aus der Videotechnik, das häufig in TV-Studios eingesetzt wird. Dabei wird ein Ausschnitt aus einem normalen Videobild mit einem stehenden oder langsam durchlaufenden Bild elektronisch überlagert. Die Bildgröße, die im CD-I-System erreicht werden kann, hängt wie immer von der Menge der neuen Informationen ab, die von der Disc übernommen werden.

Eine ähnliche Multi-Ebenen-Technik ist das traditionelle Cel-Animation-Verfahren. Hier werden die unbeweglichen Teile einer Bildszene ständig wiederholt und die beweglichen Bildausschnitte mit einer Wiederholrate von 10 bis 15 Hz über die stehende Information gelegt.

Als Codierung für dieses Verfahren eignet sich besonders die Run-Length-Codierung, da ein typisches großflächiges Run-Length-Bild einen Speicherplatz von nur 8 bis 15 KByte beansprucht.Für alle Verfahren aber gilt: Je umfangreicher und komplexer die Bildinformationen des jeweiligen Updates ist, desto mehr Speicherplatz wird auf der CD-I benötigt. Für eine gute CD-I-Applikation muß deshalb immer zwischen den Bildinformationen, der Audioqualität und den Zusatzdaten für den jeweiligen Zeitabschnitt abgewogen werden.

Begrenzte Bewegungseindrücke sind erzielbar, indem man ständig Teile eines Bildes in anderen Farben erscheinen läßt (Wechsel innerhalb der CLUT-Farbentabelle). So kann ein sich bewegender Ball durch eine Serie von Kreisen dargestellt werden, die alle die gleiche Farbe wie der Hintergrund haben.

Beispiel: Rote Kreise vor rotem Hintergrund. Wechselt die Farbe der Kreise nacheinander von Rot auf Gelb und wieder zurück, entsteht der Eindruck eines fliegenden Balls. Diese einfache Technik kann einige CLUT-Stellen benötigen, ist aber sehr leistungsfähig.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Anwendung eines dynamischen CLUT-Updates. Hier werden die Farben von Zeile zu Zeile innerhalb der CLUT-Farbpalette verändert. Während eines Halbbildes können bis zu 2 000 verschiedene Farben geladen werden. Auf diese Weise ist es möglich, eine Reihe hochdynamischer Effekte zu erzielen.

Visuelle Effekte

Neben der Darstellung von Standbildern und Grafiken in hoher Qualität ermöglicht das CD-I-System auch eine Reihe spezieller Bildeffekte, wie sie aus dem Videostudio bekannt sind. Diese Effekte können auf einer oder auf mehreren Bildebenen ausgeführt werden.

Effekte auf einer einzelnen Bildebene sind z. B. Cuts, Subscreens, Scrolling, Mosaikbildung und Ausblenden.

Cuts

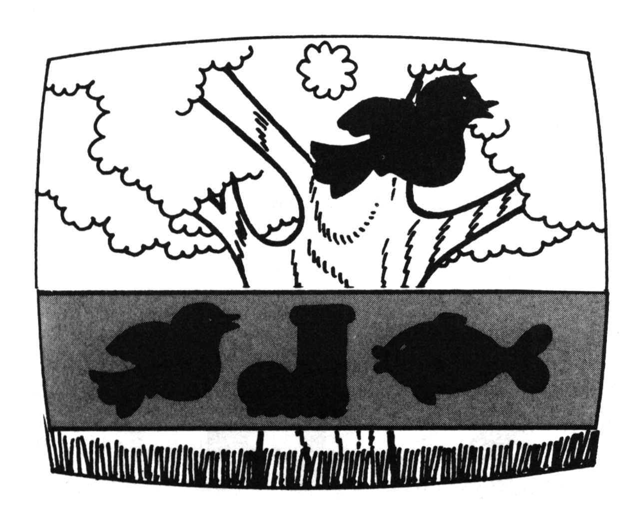
Mit Cut bezeichnet man den plötzlichen Wechsel von einem Bild zum anderen. Der Cut ist der einfachste visuelle Effekt. Ein schneller Bildwechsel ist möglich, da sich die einzelnen Bilder in einem Speicher befinden. Cuts können aber auch ausgeführt werden, indem man schnell von einer Bildebene auf die andere Bildebene umschaltet. Einzelne partielle Updates sind schnelle Cuts auf einer Bildebene, die nur einen Teil des vollen Schirmbildes bedecken. Mehrere schnell hintereinander ausgeführte Cuts ergeben ein voll bewegtes Bild.

Sub-screens

Jede Bildebene ist in eine Anzahl horizontaler Bildstreifen, in sog. Subscreens, unterteilbar. Hierbei kann jedes Bild nach einem anderen Codierverfahren erzeugt sein. Der Vorteil einzelner Subscreens besteht darin, daß mehrere Bilder gleichzeitig unter Ausnutzung einer Bildebene gezeigt werden können. Im Beispiel Bild 3.6 ist der Bildschirm in drei Teile aufgeteilt. Zwei Subscreens können z. B. aus DYUV-Bildern bestehen, im unteren Teil könnte sich ein Run-Length- oder CLUT-Streifen mit Textinformation befinden.

Die Anzahl der möglichen Subscreens und ihre Position sind vom Programmentwickler frei wählbar. Theoretisch könnte jede Zeile eines Bildes ein Subscreen sein.

Bild 3.6



Scrolling

Scrolling bedeutet Verschieben. Beim Scrolling können Bilder in vertikaler und horizontaler Richtung verschoben werden. Einfache Beispiele sind die vertikale Verschiebung beim Betrachten eines Glockenturms von unten nach oben oder die horizontale Verschiebung bei der Betrachtung eines Panoramabildes (Bild 3.7).

Eine Kombination von Subscreen und Scrolling erlaubt, einen zentralen Bildbereich zwischen zwei fixierten Punkten hin und her zu schieben.

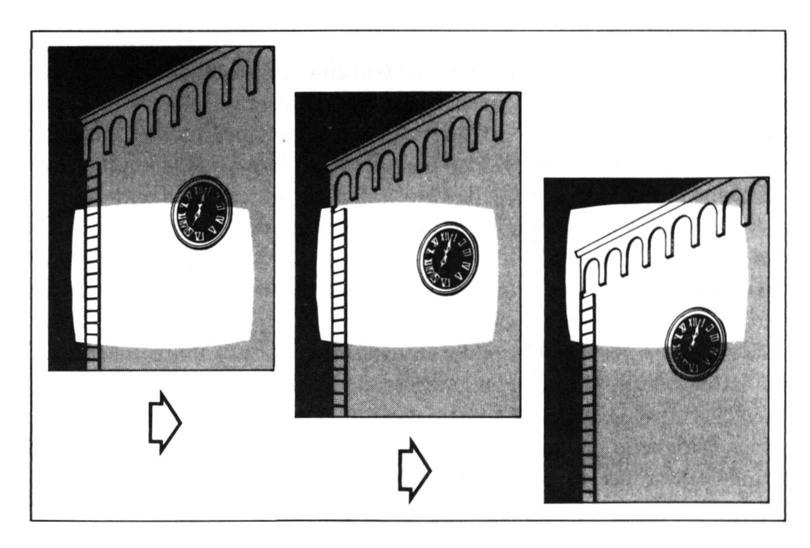


Bild 3.7

Mosaik

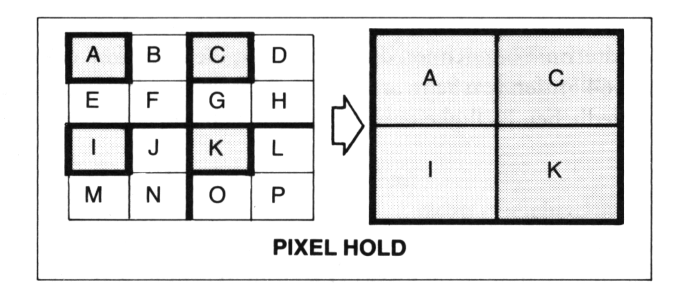
Mosaikeffekte können zum Vergrößern eines Bildes herangezogen werden. Ebenso läßt sich das Bild in eine grob gekörnte (Granulation) Darstellung überführen. Das Prinzip der Mosaikeffekte beruht auf dem Verfahren «Pixel Hold» und «Pixel Repeat».

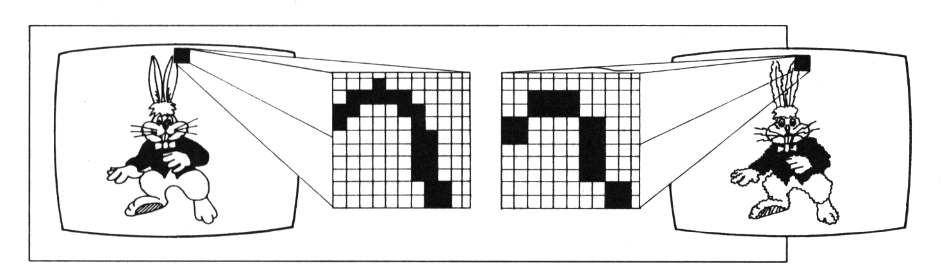
Beim Pixel Hold behält das Bild seine Größe, und die Auflösung wird reduziert, indem man den Informationsgehalt (Y oder Farbe) eines Pixels für eine bestimmte Anzahl Pixelpositionen festhält. Im Beispiel von Bild 3.8 wird die Information eines Pixels für zwei vertikale und zwei horizontale Pixel festgehalten. Der Haltefaktor beträgt in diesem Fall 2. Auf dem Bildschirm erscheint ein Bild in gleicher Größe, aber mit reduzierter Auflösung. Ändert man den Haltefaktor kontinuierlich, kann die Auflösung eines Bildes langsam reduziert werden, bis es nicht mehr erkennbar ist. Zu diesem Zeitpunkt kann das Bild z. B. mit einem Cut gewechselt werden.

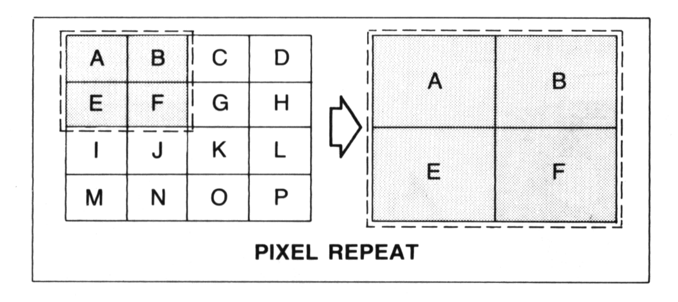
Der Haltefaktor kann zwischen 1 und 255 betragen und frei für horizontal und vertikal festgelegt werden. Das Pixel-Hold-Verfahren ist unabhängig von der jeweils festgelegten Art der Bildcodierung.

«Pixel Repeat» vergrößert einen Teil eines Bildes (Zoomen) ohne Details zu vergrößern. Jedes Pixel wird einige Male hintereinander gezeigt, wobei ein Pixel nur 2-, 4-, 8- oder 16mal wiederholt werden kann. Die Pixel-Repeat-Technik kann nur mit CLUT- oder RGB-5:5:5-codierten Bildern ausgeführt werden.

Bild 3.8 zeigt, wie ein Teil eines Bildes horizontal und vertikal mit dem Faktor 2 vergrößert und dadurch die gesamte Bildfläche mit dem Bildteil ausgefüllt wird. Im Gegensatz zur Pixel-Hold-Technik kann mit Pixel-Repeat immer nur ein Teil des Bildes den gesamten Bildschirm ausfüllen.


A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
A
C
I
K
PIXEL HOLD




A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
A
B
E
F
PIXEL REPEAT

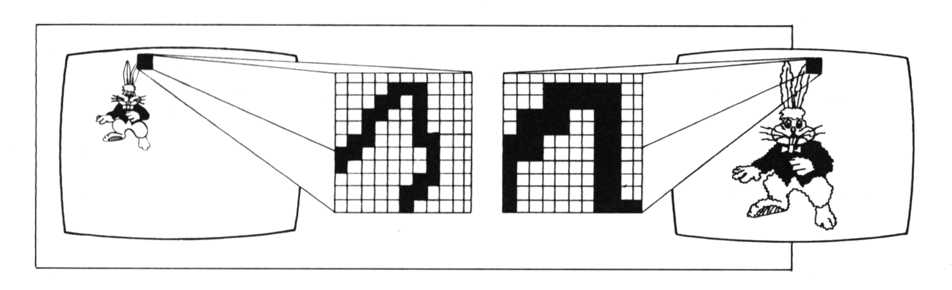


Bild 3.8

Fade
Mit Fade wird eine Ausblendtechnik bezeichnet, die es gestattet, die Helligkeit oder die Intensität eines Bildes in 64 Stufen von Schwarz bis zum Maximalwert zu verändern. Bildteile mit unterschiedlichen Helligkeitswerten lassen sich einzeln ausblenden.

Zwei-Ebenen-Effekt
In allen Bildcodierungsverfahren, mit Ausnahme des RGB-5:5:5-Verfahrens, besteht die Möglichkeit einer Bilddarstellung in zwei Ebenen. In Verbindung mit der Transparenttechnik lassen sich so nützliche Effekte realisieren. Es kann z. B. ein Teil des Bildes transparent dargestellt werden, während andere Bildteile Dissolves- oder Wipe-Effekte zeigen.

Transparenz-Effekt
Ein besonderer Anwendungsfall für den Transparenz-Effekt besteht dann, wenn die zweite Bildebene, oder ein Teil von ihr, durch die erste Bildebene hindurch sichtbar gemacht werden soll; z. B. bei der Darstellung eines Cartoons (1. Bildebene), der sich über einen Landschaftshintergrund bewegt (2. Bildebene).

Der Transparenz-Effekt läßt sich durch die drei folgenden Methoden erreichen (Bild 3.9):

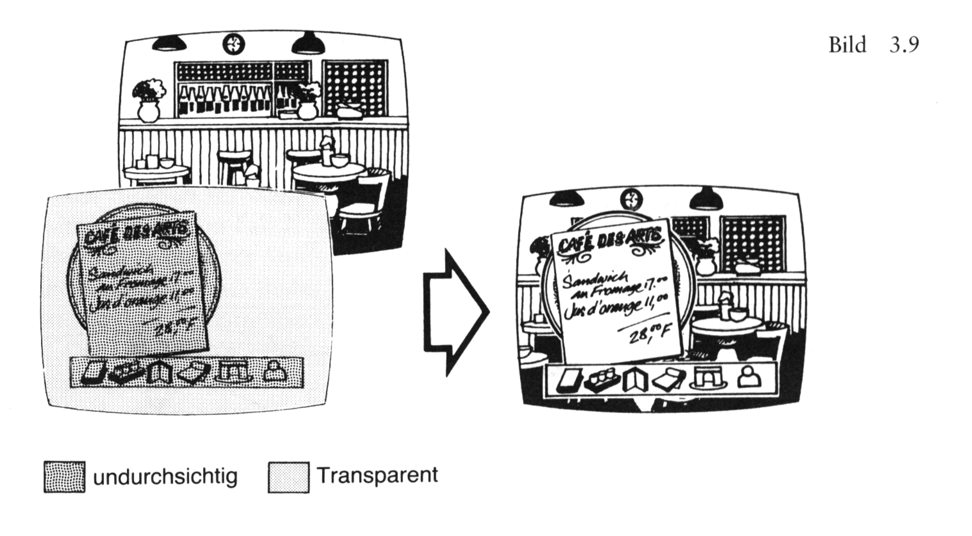


Bild 3.9

Chroma Key
Eine Möglichkeit, Transparenz-Effekte zu erreichen, besteht in der Anwendung des Chroma-Key- oder Color-Key-Verfahrens. Es wird schon seit Jahren in der Videotechnik eingesetzt.

Bei diesem Verfahren werden die Grundfarben Rot, Grün und Blau für jedes Pixel mit einem vorgegebenen Farbwert (Color-Key-Wert) verglichen. Die Stelle, die dem

vorgegebenen Color-Key-Wert entspricht, wird transparent gesteuert. Der Color-Key-Wert kann hierbei als 8-bit-Datenwort definiert werden.

Color Key ist unabhängig vom verwendeten Bildcodierungsverfahren anwendbar.

Schablonen-Effekt (Matte-Verfahren)

Eine weiter Möglichkeit, Transparenz zu erreichen, ist der Gebrauch von Schablonen. Eine Schablone besteht aus einem Feld von beliebiger Form, die auf dem Bildschirm so definiert wird, daß die Fläche innerhalb der Schablone transparent wird. Das Bild außerhalb der transparenten Fläche ist eingefärbt (Bild 3.10).

Der Schablonen-Effekt kann unabhängig von einem Color-Key-Verfahren oder einer anderen Transparenz-Effekt-Möglichkeit angewendet werden.

Es lassen sich mehrer Schablonen gleichzeitig auf dem Bildschirm benutzen, wobei sich zwei Schablonen überlappen können.

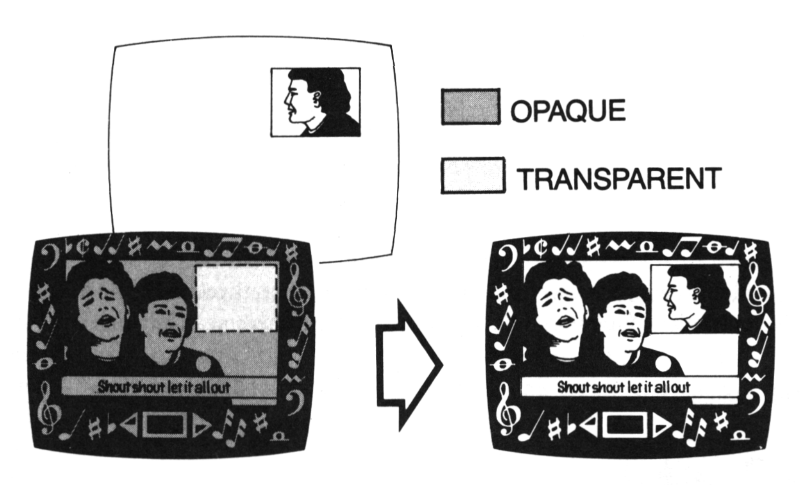


Bild 3.10

Transparente Pixels

Die dritte Art Transparenz-Effekte zu erzeugen, ist nur im RGB-5:5:5-Verfahren möglich. Hier steht für die Transparenz-Steuerung jedes Pixels ein Bit zur Verfügung. Dadurch kann jede Kombination von Pixels transparent gemacht werden.

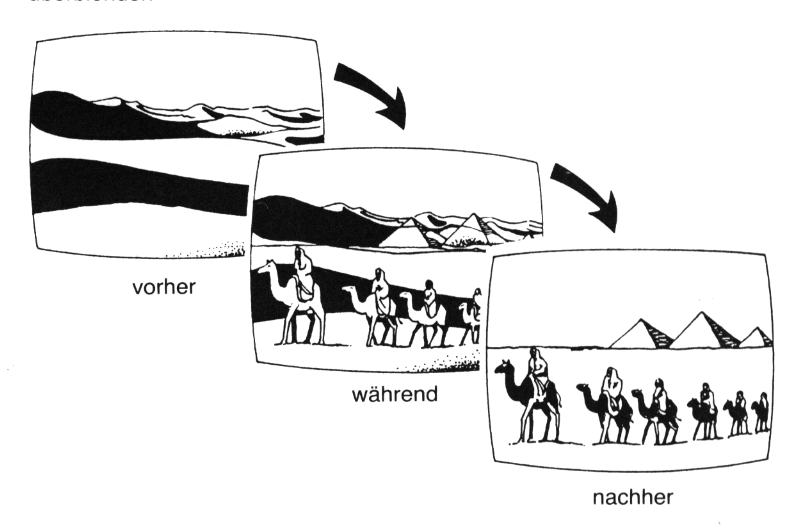
Da im RGB-5:5:5-Verfahren keine zwei Bildebenen möglich sind, kann ein zweites Bild (externes Videosignal) durch die transparenten Pixel erscheinen.

Dissolves

Allgemein wird mit Dissolves ein Überblenden von zwei Bildern bezeichnet. Die Intensität jedes Bildes läßt sich individuell steuern. Durch Mischen zweier Bildebenen mit unterschiedlichen Intensitäten erzielt man ein «Durchscheinen», das als Überblend-Effekt brauchbar ist. Hierbei kann die Intensität des einen Bildes abneh-

überblenden

Bild 3.11



men, während die Intensität des anderen Bildes zunimmt, bis sich ein Bild im anderen auflöst (Bild 3.11).

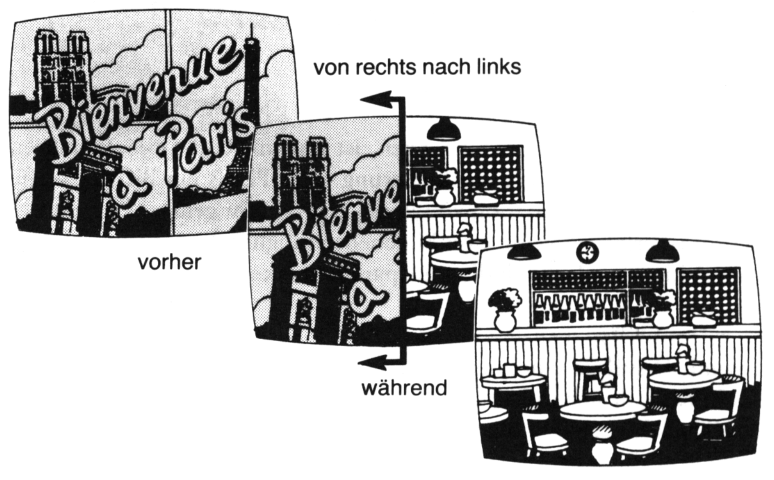
Bei der Verwendung von Schablonen besteht die Möglichkeit, in den von der Schablone begrenzten Bildflächen zu mischen und zu überblenden.

Wipes

Mit Wipes werden Ausblend- oder Überblendeffekte bezeichnet. Wipes bieten eine andere Möglichkeit, zwischen zwei Bildebenen hin- und herzuwechseln. Bild 3.12 zeigt einen horizontalen Wipe von links nach rechts. Ein Bildverwandelt sich in ein

Ausblend-/Überblendeffekte

Bild 3.12



anderes Bild. Mit Hilfe einer Schablone läßt sich dieser Effekt relativ leicht realisieren. Wird z. B. eine einfache rechteckförmige Schablone von der rechten Bildseite langsam nach links bewegt, entsteht ein einfacher Wipe.

Wipes können horizontal, vertikal und in beiden Richtungen gleichzeitig bewegt werden. Außerdem können Schablonen verschiedene Formen und Größen haben, die sich ebenfalls während des Wipes verändern.

Interaktivität in Echtzeit

Bis jetzt wurden in diesem Kapitel nur die audiovisuellen Aspekte der CD-I diskutiert. Eine weitere wichtige Eigenschaft sind ihre interaktiven Möglichkeiten.

Wie bereits erwähnt, sind auf der CD-I Audio-, Video-, Text- und Grafikinformationen gespeichert. Zusätzlich befinden sich darauf Daten, die die Präsentation der Information kontrollieren und dem Anwender ermöglichen, mit dem CD-I-Player selbst in eine interaktive Kommunikation zu treten.

Hierzu müssen die Steuerdaten schnell verfügbar sein. Im Gegensatz zu den herkömmlichen, relativ langsamen Computerprogrammen werden hier an das CD-I-System besondere Ansprüche gestellt.

Echtzeitdaten

Damit die Audio- und Videoinformationen von der Disc in Echtzeit wiedergegeben werden können, muß der Zugriff auf die Daten unverzüglich erfolgen. Dies ist kein Problem, wenn sich der Laser in der Nähe der benötigten Daten befindet. Im Extremfall benötigt der Laser jedoch 2 Sekunden für einen Datenzugriff (Sprung vom inneren zum äußeren Plattenrand). Damit Audio-, Video- und Grafikinformationen miteinander in der richtigen Reihenfolge und in der richtigen Zeit zur Verfügung stehen, sind die CD-I-Decoder so konzipiert, daß sie die Daten in Echtzeit oder parallel verarbeiten.

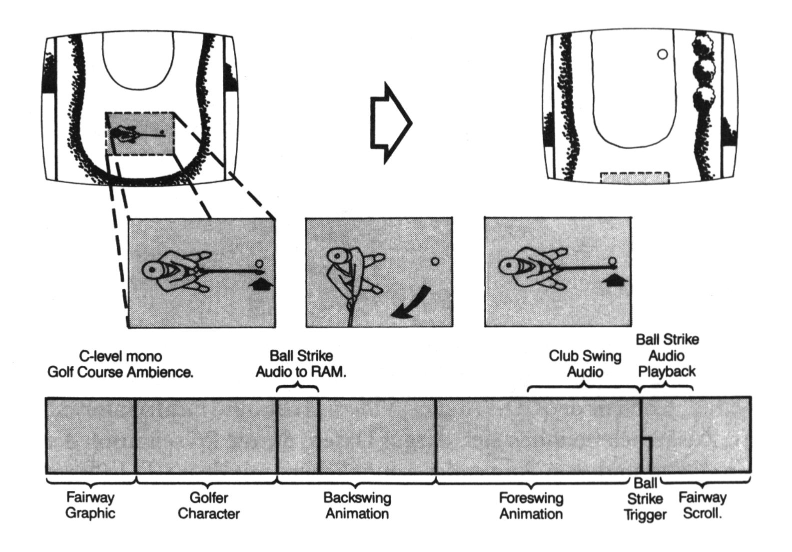
Synchronisation

Ein entscheidender Punkt bei der Präsentation von komplexen Multimedia-Informationen ist die zeitliche Übereinstimmung der einzelnen Informationen untereinander. Dies soll am Beispiel des Golfspiels von Kapitel 2 erklärt werden. Hier muß der visuelle Effekt – Schläger trifft Ball – mit dem zugehörigen akustischen Effekt zeitlich genau abgestimmt werden. Hinzu kommt, daß der Spieler (Gerätebediener) über dem Joystick oder ein anderes Eingabegerät in den zeitlichen Ablauf eingreift.

In diesem Fall wäre es am günstigsten, wenn die hier benötigten Audioeffekte in einer Soundmap innerhalb des RAM abgelegt und zum richtigen Moment aus dem RAM abgerufen würden.

Die Grundbilder könnten von einer Disc genommen und als Drawmap ebenfalls im RAM gespeichert werden. Die einzelnen Bewegungsabläufe ließen sich durch Manipulation der entsprechenden Drawmaps realisieren (Bild 3.13).

Bild 3.13



Synchronisiert werden die Audio- Grafikinformationen durch Steuerdaten auf der Disc. Einzelheiten hierüber befinden sich in Kapitel 7.

Anwenderschnittstellen

Eine Interaktion ohne die entsprechende Anwender-Schnittstelle ist nicht möglich. Über die Anwenderschnittstelle kommuniziert der Gerätebediener mit dem CD-I-System; er ist in der Lage, die Information auf dem Bildschirm zu kontrollieren, zu beeinflussen oder Fragen zu beantworten.

Die korrekte Vorbereitung dieser Anwender-Schnittstelle stellt einen wichtigen Teil innerhalb der CD-I-Systementwicklung dar.

Physikalische Schnittstellen

Als wichtigste Schnittstelle ist eine X-Y-Koordinaten-Eingabe (X-Y Pointer Device) spezifiziert. An diese Schnittstelle lassen sich ein Joystick, ein Lichtgriffel, eine Maus oder ein Grafiktablett anschließen. Jedes Eingabegerät kann mit zwei Trigger-Möglichkeiten ausgestattet sein. Welche Triggerarten angewendet werden sollen, kann vom Design-Entwickler bestimmt werden.

Die Wahl des Eingabegerätes hängt natürlich von der jeweiligen Applikation und den individuellen Bedürfnissen des Anwenders ab; z. B. wird eine Maus für das Auswählen einzelner Piktogramme oder zum Zeichnen einfacher Grafiken verwendet. Für die Fernbedienung des CD-I-Gerätes bietet sich eine Infrarotsteuerung an.

Längere Texte können durch eine alphanumerische Tastatur eingegeben werden.

Interaktion mit dem Anwender

Eine zwingende Voraussetzung für jede erfolgreiche Interaktion ist die klare, leichtverständliche Programmgestaltung. Der Anwender muß jederzeit wissen, an welcher Stelle des Programms er sich befindet und was als nächstes zu tun ist.

Ob Interaktionen mit Hilfe externer Eingabegeräte (Maus, Joystick o.a.) oder über Steuertasten mit dem Cursor vorgenommen werden, ob es sich dabei um Parameteränderungen oder um Menüauswahl handelt: Die optische Aufbereitung spielt eine entscheidende Rolle. Der Entwickler wird deshalb stets bemüht sein, daß Programm «bedienerfreundlich» auf den Bildschirm zu bringen und alle Möglichekeiten vorzusehen, die den Dialog zwischen Anwender und CD-I-System erleichtern.

4 Programmentwicklung

Im folgenden geht es um die spezifischen Herausforderungen kreativer und technischer Art, mit denen sich Programmentwickler auseinandersetzen müssen. Es werden typische Entwicklungs- und Produktionsphasen eines CD-I-Projekts besprochen und verdeutlicht, welche Fähigkeiten und Erfahrungen Entwicklungsteams mitbringen sollten.

Ebenso wie bei anderen erfolgreichen Publikationen muß man auch für das Erstellen einer CD-I-Applikation genaue Kenntnisse über die Anwender-Zielgruppe und deren Erwartungen an ein Projekt haben. Zusätzlich muß die Technologie, mit der das Projekt realisiert werden soll, beherrscht werden. Am Beginn jeder Planung steht demzufolge eine Machbarkeits- und eine Marketingstudie.

Im Bewußtsein des Konsumenten wurde die Audio-Compact-Disc zum Spitzenprodukt. Das CD-I-System muß diesen Erfolg bestätigen.

Es ist daher besonders wichtig, daß die ersten CD-Is den Erwartungen der Konsumenten voll entsprechen; d.h., eine CD-I-Applikation muß unterhaltend und informativ sein und darf nicht zu komplex in der Bedienung sein.

Überlegungen zur Programmentwicklung

Um eindeutige Entwicklungsziele geben zu können, sollten zuerst einige grundsätzliche Fragen beantwortet werden, z.B.:

- Warum wird *dieser* Titel ausgewählt? Ist der geplante Titel für die bestehenden Marktmöglichkeiten am besten geeignet?
- Welche Vergleiche können zwischen dem geplanten Titel und anderen, schon im Markt befindlichen Titeln gezogen werden? Werden bereits existierende Produkte durch den geplanten Titel wiederholt, ergänzt oder verdrängt?
- Wer wird die CD-Is kaufen – vor allen Dingen dann, wenn die Anwender zuvor noch einen CD-I-Player kaufen müssen?
- Wie werden die interaktiven Möglichkeiten angewandt? Bleibt das Programm auch nach mehrmaligem Gebrauch noch interessant? Was geschieht, wenn das Programm unbeaufsichtigt ist oder der Anwender keine Antwort weiß?

Alle diese Fragen müssen sicherlich noch im Detail vertieft werden, während die CD-I-Programmentwicklung läuft. Erfahrungen mit anderen Medien – interaktives Video eingeschlossen – sind in diesem Zusammenhang sicherlich vorteilhaft.

Die Fragen «Warum wird *dieser* Titel ausgewählt? Ist der geplante Titel für die bestehenden Marktmöglichkeiten am besten geeignet?» können z.B. unter folgendem Aspekt gesehen werden:

CD-I kann technisch einwandfreie fotografische Bilder, mehrfarbige Grafiken, Bewegung, Text und Ton in mehreren Qualitätsstufen verbinden und auf neue Art präsentieren. Es können Unmengen an Informationen gespeichert werden.

Der CD-I-Programmentwickler muß die Entscheidung treffen, ob irgendeine dieser CD-I-Eigenschaften ein Produkt aufwerten kann. Der CD-I-Titel muß die einmaligen Eigenschaften des CD-I-Systems optimal verwenden – und er muß für den Konsumenten leicht zugänglich sein.

Einer reinen Realisierung der technischen Möglichkeiten, nur aus Gründen der Neuigkeit oder ihrer selbst wegen, muß entschieden entgegengewirkt werden.

Gerade in den ersten Jahren werden Anwendungen aus anderen Massenveröffentlichungen – Bücher, Videos, Computersoftware usw. – wichtig sein. Konsumenten, die die Technologie scheuen, werden zuerst auf einen bekannten Titel oder Begriff reagieren. Hier kann eine Brücke zwischen einem neuen Produkt und einem vorhandenen Markt gebaut werden. Wichtig ist nur, daß CD-I einem Produkt eine neue Dimension verleiht. Warum sonst sollte der Konsument ein CD-I-Programm kaufen?

Die größte Herausforderung für den CD-I-Programmentwickler dürfte die völlige Neuschöpfung, ein Originalprodukt, sein.

Typische Programme könnten Spiele, Lehrmaterial, Nachschlagewerke und Unterhaltungsprogramme sein. Eine Serie von Titeln mit gleichen Grundprinzipien und Produktionsabläufen könnte hierbei helfen, die Kosten der Software-Entwicklung zu verteilen.

Weitere Fragen:

- ☐ Ist der gewählte CD-I-Titel ein kommerzielles, werbewirksames Verbraucherprodukt?
- ☐ Was kann die CD-I-Technologie zum Erfolg eines Produktes beitragen?
- ☐ Ist der gewählte CD-I-Titel eine Umarbeitung eines anderen Medien-Produkts? Wie sieht die Zielgruppe dieses Produktes aus, und wie ist dessen Verkaufsgeschichte? Welche Aussichten hat eine Umarbeitung des bekannten Titels als CD-I-Produkt?

Ein CD-I-Produkt wird keine Aussicht auf Erfolg haben, wenn der gewählte Titel schon anderswo in Produktion ist, oder in einer artfremden Produktpalette erscheint. In einem neuen Markt dieser Art findet sich nur schwerlich Platz für zwei ähnliche Titel.

Welche Zielgruppe kommt für CD-Programm-Anwendungen in Frage?

- ☐ Käufer, die Unterhaltungselektronik schätzen (HiFi-, Video-, Computer-Anwender),
- ☐ Käufer, die einen CD-Player besitzen,

- ☐ Käufer, die bereit sind, eine neuartige Software zu kaufen, auch wenn noch wenig verfügbare Programme erhältlich sind,
- ☐ Käufer mit einem hohen, frei verfügbaren Einkommen,
- ☐ Käufer, die immer zu den ersten gehören möchten und eine Anschaffung unter dem Aspekt des Statussymbols sehen.

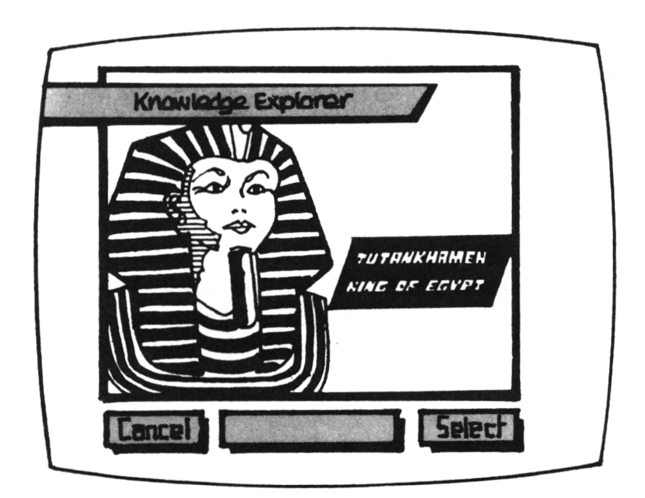
Bei der Suche nach der Zielgruppe könnten folgende Fragen hilfreich sein:

- ☐ Wie sieht die demografische Aufteilung der möglichen Käufer aus? Wie vergleicht sich dieses Bild mit dem ersten Markt für CD-I-Produkte?
- ☐ Könnte ein Engagement berühmter Persönlichkeiten, berühmter Figuren oder anderer beliebte Dinge die demografische Basis erweitern?

Der Kern eines jeden CD-I-Programms sind seine interaktiven Möglichkeiten. Der Erfolg des Programms steht und fällt mit der Qualität der Interaktivität.

Der Anwender muß präzise Aufforderungen bekommen, um mit dem CD-I-Programm agieren zu können. Alle Anweisungen müssen klar und deutlich sein. Es darf niemals eine Situation entstehen, in der der Anwender die Kontrolle und den Überblick über das Programm verliert (Bild 4.1).

Bild 4.1



Natürlich kann der Entwickler für einige Überraschungen im Programm sorgen, das wird bei Spielprogrammen einfach erwartet. Die Klarheit und Überschaubarkeit darf jedoch niemals vernachlässigt werden. Zwischen passiver Aufnahme und Interaktivität sollte immer ein Gleichgewicht herrschen. Zuviel Interaktivität wirkt ermüdend, besonders dann, wenn das Programm die gesamte Speicherkapazität des CD-I-Systems ausnutzt.

Die Interaktivität sollte als zusätzliche Wertsteigerung betrachtet werden und nicht als technische Spielerei. Die Qualität der Interaktivität selber muß gehaltvoll sein, nichtssagende Antworten und Belohnungen lassen das Interesse des Anwen-

ders nicht nur am Programm, sondern am ganzen Konzept der Interaktivität schnell verlieren.

Eine Schlüsselfaktor bei der Entwicklung der interaktiven Möglichkeiten ist das Eingabegerät (Joystick, Maus, Tastatur usw.), denn die Entwicklung einer Menüleiste oder anderer visuellen Hilfen wird stark von der Art der jeweiligen Eingabe bestimmt. Die Entwicklung einer Bildersprache auf einer grafischen Benutzeroberfläche kann hierbei nützlich sein (z. B. «Zeige auf die Tür, drücke darauf, und du bist drin» – Bild 4.2).

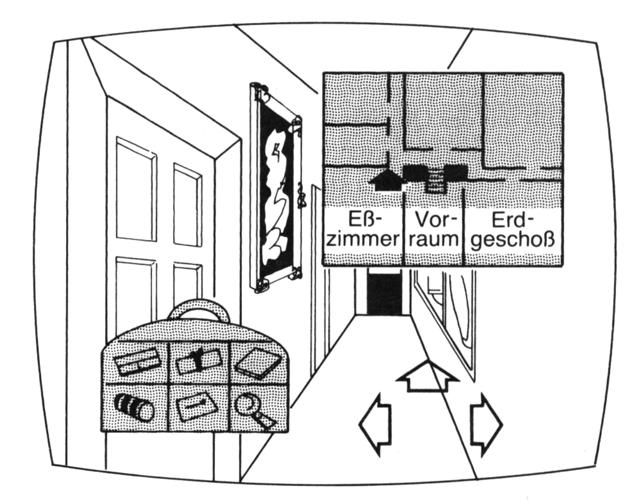


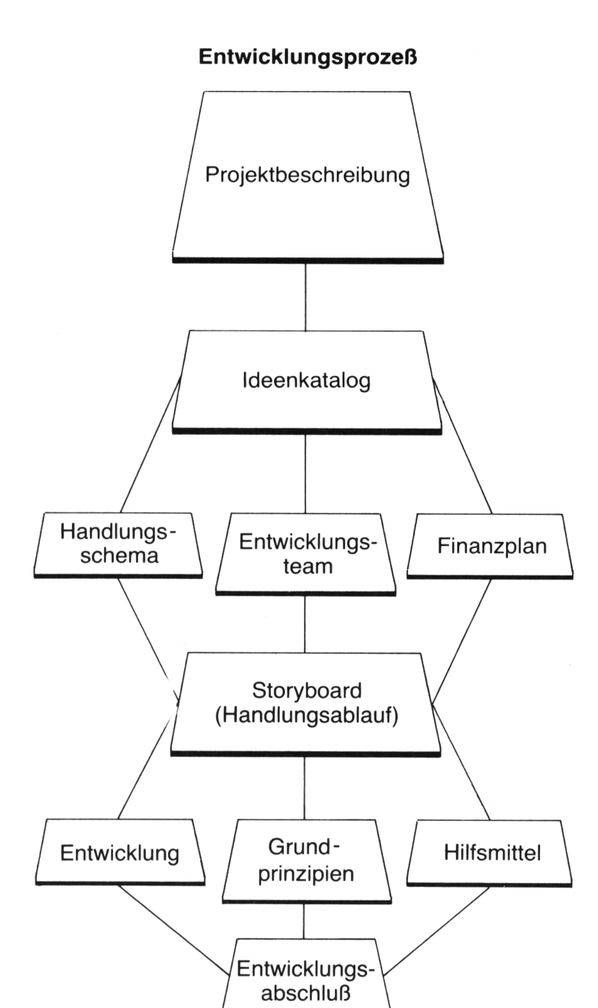
Bild 4.2

Interaktivität sollte sich nicht auf visuelle Möglichkeiten beschränken. Eine hörbare Ermunterung auf Audiobasis kann eine freundliche Art von Interaktivität bewirken. Im Bereich der Laser-Visions-Bildplatte wurden hier gute Erfahrungen gesammelt.

Es klingt paradox, aber ein Teil einer Interaktion kann auch darin bestehen, daß dem Anwender erlaubt wird, einige Abschnitte des Programms passiv zu betrachten. Sinn dieser Möglichkeit ist, dem Anwender zu vermitteln, wie eine bestimmte Anwendung am besten durchgeführt wird.

Auf jeden Fall sind die von Videospielen o. ä. Produkten her bekannten interaktiven Möglichkeiten nicht mit typischen CD-I-Anwendungen vergleichbar.

Bild 4.3



Entwickeln eines Ideenkatalogs

Nach den Überlegungen über Markt und Zielgruppe, die Wahl des Titels und die Art und Weise der verwendeten interaktiven Möglichkeiten, wäre der nächste Schritt die Entwicklung eines Ideenkatalogs (Bild 4.3).

Grundsätzlich sollte der Ideenkatalog drei wesentliche Aspekte berücksichtigen. Diese wären:

- ☐ Erstellen eines Handlungsschemas (Treatment)
- ☐ Zusammensetzen des Entwicklungsteams
- ☐ Erstellen eines Etats und eines Zeitplans

Handlungsschema

Die Vorstufe der Produktion ist die Beschreibung des eigentlichen Programmthemas. Ein Handlungsschema sollte eine erzählende Zusammenfassung des Inhalts aus der Sicht des späteren Anwenders, unter Berücksichtigung der interaktiven Möglichkeiten, enthalten. Die genaue Entwicklung des Inhaltes ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht erforderlich. Ziel des Handlungsschemas soll sein, dem Verleger und dem Entwicklungsteam aufzuzeigen, daß die anfängliche Projektbeschreibung verstanden wurde und vermarktet werden kann. Eine detailliertere Ergänzung des Handlungsschemas kann dann im Zuge der weiteren Programmentwicklung erfolgen.

Das Entwicklungsteam

Eine CD-I-Applikation erfordert vielfältiges Spezialwissen und die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen. So gehören zu einem Entwicklungsteam Fachleute aus den herkömmlichen Medienbereichen, Software-Spezialisten aus der Computerindustrie, Grafikfachleute u.v.a. mehr. Sicher werden sich aus dem Entwicklungsprozeß eines CD-I-Programms weitere Spezialisierungen ergeben (Bild 4.4).

Wichtig ist, daß jeder Mitarbeiter, unabhängig von seiner Spezialisierung, das Gesamtsystem CD-I verstanden hat. Dabei sollte jedem Mitarbeiter die Ausbaufähigkeit und die Grenzen der einzelnen Disziplinen im Gesamtsystem klar sein. Denn schließlich ist die richtige Kombination und Auswahl zwischen Videobildern, Computergrafik, Text oder Audioinformation nicht nur ein kreatives Problem. Speicherkapazität und Übermittlungsgeschwindigkeit spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle. Eine technische und gleichzeitig kreative Entscheidung ist die Art und Menge der vorgesehenen Interaktivität. Diese Entscheidungen betreffen alle Mitglieder des Entwicklungsteams, angefangen vom Software-Spezialisten bis hin zum Entwickler des Bildschirmaufbaus.

Bei der Entwicklung eines CD-I-Programms könnte es sogar passieren, daß sich traditionelle Berufsinhalte, wie die des Produzenten, des Drehbuchschreibers oder

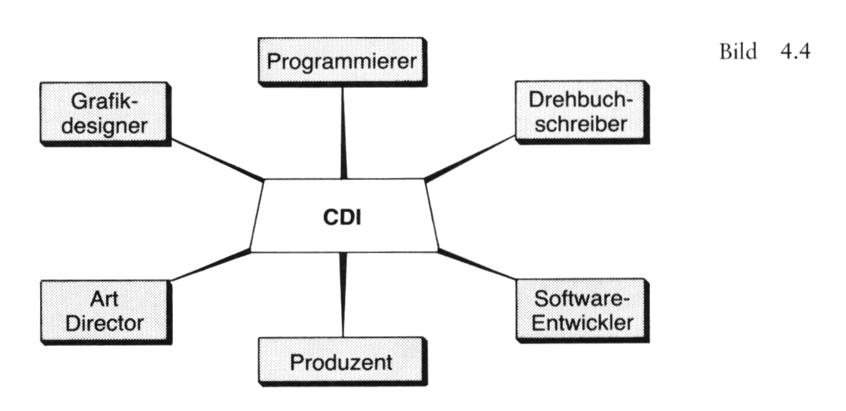


Bild 4.4

des Grafikdesigners, verändern. Hier entstehen neue Situationen, ähnlich denen, wie sie sich damals bei Beginn von Film und Fernsehen ergaben.

Ein typisches Entwicklungsteam könnte sich z. B. aus folgenden Mitarbeitern zusammensetzen:

- ☐ Ein Projektproduzent/Direktor, der die Kontrolle über den kreativen Bereich ausübt und der dafür sorgt, daß alle Materialien richtig zusammengefaßt werden.
- ☐ Ein Projektmanager, der den Arbeitsbetrieb und das Voranschreiten der Entwicklung koordiniert.
- ☐ Ein CD-I-Autor, der die gesamte Entwicklung der interaktiven Möglichkeiten kontrolliert und der evtl. auch das Manuskript und die Bildschirmtexte schreibt.
- ☐ Ein Spezialist für die Beratung, wie die einzelnen Inhalte auf der Disc plaziert werden.
- ☐ Ein Spezialist zur Entwicklung des audiovisuellen Materials und der entsprechenden Software.
- ☐ Ein Grafikdesigner zur Entwicklung der Bilder und der Anwender-Schnittstelle.
- ☐ Ein Programmierer zum Schreiben der Software.

Um sich im Markt durchsetzen zu können, müssen CD-I-Programme mindestens genauso gut sein wie ähnliche Produkte im Bereich der Unterhaltung (TV, HiFi, Spiele usw.). Folglich werden diejenigen, die Erfahrung bei Film, Fernsehen o. ä. Medien haben, eine Menge zum guten Gelingen des CD-I-Systems beitragen.

Das Medium CD-I ist in vielerlei Hinsicht wie ein Buch. Somit können die traditionellen Fähigkeiten der Schriftsteller, Autoren, Herausgeber, Illustratoren usw. gewinnbringend auf das Medium CD-I übertragen werden.

Budget und Zeitplan

Von Anfang an muß für die Produktion ein Zielbudget kalkuliert werden. Allerdings ist es am Anfang noch zu früh für detaillierte Kalkulationen.

Die anfängliche Erstellung eines Budgets umfaßt die Zuteilung grober Posten für die Hauptelemente der Produktion; dies sollten die Kosten für die Entwicklung der interaktiven Möglichkeiten, des Storyboards, der Bilder, der Ton- und Textorganisation sein.Während der Anfangsphase der Produktion sollten alle Posten ständig überprüft werden, bis ein genauerer Ablaufplan steht. Erst dann kann ein detailliertes und festes Budget erstellt werden.

Bei allen Budgetüberlegungen muß der CD-I-Programmentwickler eine klare Vorstellung von den Kosten des Projekts haben. Das wird jedoch so lange schwierig bleiben, bis die ersten Titel produziert wurden und Erfahrungswerte vorliegen. Schließt man die Endphase der Produktion aus, existieren aber schon einige Erfahrungswerte aus parallelen Produktionen der traditionellen audiovisuellen Medien.

Um mit den vorhandenen Mitteln ein erfolgreiches Produkt schaffen zu können, ist deshalb ein fundiertes Verständnis für die Technologie des Mediums CD-I erfor-

derlich. So muß u. a. berücksichtigt werden, daß eine CD-I-Applikation zwar weltweit vermarktet werden kann, aber u. U. zusätzliche Kosten für die Übersetzung der Ton- und Textinformationen anfallen können.

Liegen die Zusammenhänge zwischen Inhalt, Budget und Produktion einmal fest, sind viele weitere Elemente des Projekts ähnlich vorhersehbar wie bei anderen elektronischen Medien.

Die anfallenden Personalkosten können errechnet werden, wenn die Entscheidung gefallen ist, wie viele Leute am Projekt mitarbeiten und wie lange gearbeitet wird. Materialkosten, Kosten für Hilfsmittel usw. sind belegbar und können ebenfalls jederzeit ermittelt werden.

Noch gibt es zu wenig Erfahrung mit CD-I-Produktionen, um die Kosten für eine Produktion genau festzulegen. Bei den Projekten, die z. Z. in Arbeit sind, liegt das Budget zwischen 250 000 $ und 750 000 $. Hierbei handelt es sich teils um Produktionen, die von anderen Medien adaptiert werden, und um große Prestige-Programme, die von Grund auf neu entwickelt werden und deshalb teuer sind.

Sicher werden die Kosten für eine CD-I-Produktion größer sein als für die Herstellung eines Buches, aber doch niedriger als die einer billigen Filmproduktion.

Neben dem Budget muß ein Zeitplan erstellt werden, aus dem genau hervorgeht, wie die Arbeit bewältigt werden soll und wie einzelne Teilabschnitte überwacht werden können.

Noch ist es zu früh, um Richtlinien für die Dauer einer Entwicklung und einer Produktion zu geben. Einfache Adaptationen einer Bildplatten-Produktion könnten in einigen Wochen fertiggestellt sein. Umfangreiche Prestige-Produktionen, in denen alle Möglichkeiten des CD-I-Systems ausgeschöpft werden – z. B. ein Rundgang durch eine weltberühmte Kunstgalerie –, könnten u. U. einige Jahre dauern.

Im Zeitplan soll an spezifischen Stellen genau hervorgehen, wo und wie eine Kontrolle über den aktuellen Leistungsstand der Entwicklung stattfindet. Weiterhin sollte der Zeitplan Hinweise enthalten, aus denen hervorgeht, an welchen Stellen bestimmte Themen angesprochen werden. Die einzelnen Prüfungen können in festgelegten Abschnitten (z. B. wöchentlich oder monatlich) oder am Ende einer Produktionsphase stattfinden.

Wichtige Prüfabschnitte wären z. B. die Termine zur Erstellung von einzelnen Storyboards, Termine zur Simulation des Programms, Liefertermine usw.

Der Produktionsprozeß

Damit ein Zeitplan erstellt und die Kosten für die Produktion abgeschätzt werden können, ist es erforderlich, eine klare Vorstellung über die einzelnen Ablaufphasen, von der Idee zur Entwicklung bis zu Realisierung auf der Compact Disk, zu bekommen. Im einzelnen könnte das wie folgt aussehen:

Zur ersten Phase gehört das Erstellen des Ideenkatalogs, also das Festlegen eines Handlungsschemas, das Erstellen eines Budgets und das Entwickeln eines Zeitplans. Während dieser ersten Phase wird die Zusammensetzung des Entwicklungsteams festgelegt, werden mögliche fremde Informationsquellen und entsprechende Studios und Räumlichkeiten gesucht.

Phase zwei beschäftigt sich mit dem Entwickeln prototypischer Storyboards und Flußdiagramme. Hier sollten die Problembereiche definiert werden, die vor Beginn der Produktion gelöst sein müssen. Diese Storyboards können als einzelne Datenframes oder als Hard Copy gespeichert werden.

Prototypische Storyboards können folgenden Inhalt haben:

- ☐ Fragen zur Gestaltung der Bildschirmmaske,
- ☐ Einzelheiten zur Anwenderschnittstelle,
- ☐ Quellenliste für Ton- und Bildmaterial,
- ☐ Überblick über einzelne Codierungsvorschläge.

In einem prototypischen Flußdiagramm kann folgender Ablauf festgelegt sein:

- ☐ Gesamtentwicklung für interaktive Anwendung als Micro- oder als Macroterm,
- ☐ Entwicklungsfragen, die einen Einfluß auf die Anwendersoftware haben.

In der dritten Phase beginnt die definitive Programmentwicklung und die Lösung der Probleme. Die ersten Storyboards werden in Form prototypischer Datenframes vorgestellt. Das wichtigste Ton- und Bildmaterial ist bereits eingefügt. Später wird das gesamte Material für die CD-I-Spezifikation umcodiert. Die Anwenderschnittstellen werden genau definiert, und das Flußdiagramm wird für die interaktiven Möglichkeiten fertiggestellt.

In der vierten Phase sind die Storyboards so weit fertiggestellt, daß mit Hilfe der Datenframes eine Simulation des Programms vorgenommen werden kann. Die wichtigsten Entwicklungs- und Produktionsparameter können mit Hilfe geeigneter Hardware geprüft werden.

In der Phase fünf entsteht aus der umfangreichen Liste aller audiovisuellen Bedingungen das fertige Manuskript. In diesem Manuskript ist festgehalten, wie und in welcher Größe die einzelnen Bilder angeordnet werden, und wie ihre Codierung erfolgt. Ebenso erscheinen alle Tonbeiträge. Ab hier wäre es sinnvoll, den gesamten weiteren Ablauf über ein Datenbanksystem zu kontrollieren. Zu diesem Zeitpunkt sollten das Budget und der Produktionszeitplan detaillierter ausgearbeitet sein.

Mit Phase sechs beginnt die eigentliche Produktion. Jetzt werden alle Videoaufnahmen (vorhandenes Material oder neue Aufnahmen) zusammengestellt. Diese Bilder werden nochmals geprüft und nach dem ausgewählten Verfahren codiert. Die Mitglieder des Entwicklungsteams überprüfen die anfallenden Daten, die anschließend in das Datenbanksystem übernommen werden.

In der siebten Phase werden die Audiodaten zusammengestellt, geschnitten und abgemischt. Die Qualitätsstufen der einzelnen Toninformationen werden ausgesucht und das Tonmaterial entsprechend codiert. Anschließend werden die Audiodaten ebenso wie die Videodaten überprüft.

Phase acht besteht aus dem Zusammenfügen der audiovisuellen Komponenten mit den Textdaten und der Anwenderschnittstelle. Weiterhin wird ein Kontrollcode zur Kennzeichnung der Urheberrechte entwickelt und in das Programm eingefügt.

Anschließend kann das gesamt Projekt überprüft und ausgewertet werden.

5 Entwicklung für die Produktion

Dieses Kapitel beschreibt die Entwicklung eines Storyboards und gibt einen Überblick über die verschiedenen Systeme, die zur Datenorganisation notwendig sind. Darüber hinaus werden die spezifischen Probleme bei der Entwicklung von CD-I-Projekten aufgezeigt.

Entwickeln eines Storyboards

Nach der Festlegung des Handlungsschemas, des Budgets und eines Zeitplans folgt eine detailliertere Entwicklungsstufe. Sie besteht darin, einen oder mehrere Storyboards zu entwickeln, die den Weg für die Produktion und das Schreiben des CD-I-Datenmaterials vorbereiten. Die in diesem Kapitel beschriebenen Storyboards zeigen typische Entwicklungsmethoden auf, die je nach Studioausrüstung differieren können. Die in Kapitel 6 gezeigten Applikationen zeigen Storyboards, die an den jeweiligen Produktionsstand angepaßt sind. Im Storyboard der Applikation «Schlagwörterbuch Französisch» wird beschrieben, wie die Festlegung der einzelnen Audioqualitäten und Bildschirmcodierverfahren dokumentiert werden muß.

Das Beispiel Storyboard «Golfspiel» gibt einen genaueren schriftlichen Überblick über die Gestaltung der Bildschirmmaske, über die Videoaufnahmen, die einzelnen Qualitätsstufen der Toninformation, der Synchronisation und die möglichen Übergänge zu weiteren Sequenzen.

Storyboards werden normalerweise im Zusammenhang mit Flußdiagrammen entwickelt, die das Abzweigungsmuster jeder Folge festlegen. Dabei ist es wichtig, die einzelnen Wege zwischen Still- und Linearfolgen zu kennen, damit die Prozessorleistung besser eingeschätzt werden kann. Außerdem muß aus dem Flußdiagramm hervorgehen, auf welche Weise der Anwender aus einer Folge aussteigen oder sich Hilfe holen kann.

Entwicklungssysteme (Tools) als Werkzeug für die CD-I-Programmierung

Bevor die detaillierten Aspekte der Entwicklung selber untersucht werden, lohnt es sich einen Blick auf spezielle Entwicklungs-Tools zu werfen, die heute einem CD-I-Programmdesigner zur Verfügung stehen.

Einige dieser Tools können dem Entwickler bereits am Anfang helfen, das Programm in grober Form zu simulieren. Ebenso können Kurzdokumente für Mitarbeiter des Teams erstellt werden. In der Endphase sind Entwicklungssysteme besonders hilfreich.

Im folgenden soll eine prinzipielle Beschreibung solcher Entwicklungssysteme gegeben werden: Sie bestehen im allgemeinen aus einem Modulsystem, das von einer preiswerten Workstation bis hin zu einem komplexen Netzwerk reichen kann.

Ein Entwicklungssystem unterstützt das Erstellen spezieller Software und hilft bei der Umsetzung der Video- und Audioinformation in das digitale CD-I-Format. Zur Aufnahme der einzeln zusammengestellten Daten in speziellen Datenfiles bietet das Entwicklungs-System ausreichend Speicherplatz. Die Leistungsfähigkeit des gesamten Tools ist dabei so bemessen, daß eine Überprüfung der Datenfiles durch eine Programmsimulation unter Echtzeitbedingungen realisiert werden kann.

Der Arbeitsplatzrechner des Programmentwicklers

Der Arbeitsplatzrechner des Programmentwicklers ist in der Regel eine preiswerte Workstation, die aber in der Lage sein muß, einen CD-I-Player zu simulieren. Neben der Programmsimulation können auf diesem Rechner auch die Storyboards und das Manuskript erstellt werden. Durch den Anschluß einer Diskettenstation und/oder eines Bandgeräts kann die Workstation unabhängig von anderen Rechnern arbeiten.

Die Produktionseinheit

Die komplette Produktionseinheit besteht aus einem Verbund von mehreren Workstations, denen die Audio- und Videodaten zweckmäßigerweise von einem Server zugeführt werden. Durch großzügige Speicherausstattung (große Schreib-/Lesespeicher, CD-ROM-Speicher, Magnetband usw.) kann die Produktionseinheit als Zentralrechner für das gesamte Entwicklungsstudio dienen.

Zusammenfügen der Daten für das Disc-Format

Das Entwicklungssystem kann für die Entwicklung, die Produktion und die Integration jeder einzelnen Phase einer Applikation verwendet werden. Während der Entwicklungsphase muß der Programmentwickler sicher sein, daß die Leistungsgrenzen eines späteren CD-I-Players nicht überschritten werden. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, zur Prüfung der Programmlänge einen Constraint Analyzer zu entwickeln; das ist eine spezielle Software, welche die wichtigsten Parameter des

CD-I-Systems (Spurbreite, Speicherkapazität, Suchzeiten usw.) mit dem Entwicklungsstand des geschriebenen Programms vergleicht.

Das Sammeln und Bearbeiten von Audio- und Videodaten in digitalisierter Form geschieht meist vor dem Überführen in das Entwicklungssystem. Auf die Übernahme in das System folgt das Zusammenfügen zu Datenbausteinen im Disc-Format, das auch die Erzeugung von Kontrolldaten (die das Zusammenfügen erst ermöglichen) einschließt. Diese Kontrolldaten sind hierarchisch in Aufnahmedaten und Datenfiles strukturiert, weil sie der spätere Masterband-Generator so benötigt.

Standard-Datenformat

Die Daten für eine CD-I-Applikation stammen aus den unterschiedlichsten Quellen. Um eine schnelle und genaue Übertragung zu gewährleisten, ist es erforderlich, daß alle Daten miteinander kompatibel sind. Aus diesem Grund müssen alle Daten in ein einheitliches Format übersetzt werden. Das Standard-Datenformat enthält zusätzliche Daten für Schreib- und Leseroutinen.

Script-Subsystem

Unter dem Begriff «Script» versteht man im CD-I-System eine Programmstruktur für bestimmmte Anzeige- und Steuerbefehle, die der Programmierer für die Erstellung einzelner RTOS-Module benötigt. Während der Simulation wird das «Script» als CD-I-Kommandosprache gelesen. Das Script-Subsystem ermöglicht dem Programmentwickler die Steuerung des logischen Programmablaufs.

Audio-Subsystem

Das Audio-Subsystem liest die digitalisierten Audiosignale und konvertiert sie in das erforderliche CD-I-Format. Die Signalverarbeitung erfolgt hier durch die Anwendung bestimmter Algorithmen. Eine notwendige Digital-/Analog-Umwandlung kann durch Zwischenschalten eines D/A-Wandlers erreicht werden. Audiodaten, die nicht in Echtzeit vorliegen müssen, lassen sich durch einzelne PCM–Datenfiles innerhalb des Entwicklungssystems realisieren.

Video-Subsystem

Videobilder, die aus Standard-Videoquellen stammen, werden gefiltert und in digitale Bilder umgesetzt. Standard-Bildverarbeitungstechniken – wie Rauschminderung und Farbbalance – werden unterstützt.

Eine manuelle Bearbeitung und Bildverbesserung kann durch die Verwendung eines Paint-Systems erreicht werden. Ein digitalisiertes und bearbeitetes Videobild kann dann in ein übliches CD-I-codiertes Format (RGB, CLUT oder DYUV) umgesetzt werden. Eine Vorschau der verarbeiteten Bilder kann durch eine CD-I-Simulation realisiert werden.

Presentation Editor
Der Presentation Editor unterstützt das Erstellen und Zusammenfügen einzelner Echtzeitaufnahmen. Er verbindet einzelne Daten zu Datenblöcken und zeigt die Blöcke zu Testzwecken an. Beide Funktionen benutzen einen Simulator und CD-RTOS-Module zur Kommunikation zwischen Simulator und Host-System.

Database-Subsystem
Ein zentrales Problem bei der Entwicklung einer CD-I ist die Verwaltung und Auswertung der anfallenden Datenmenge. Die Menge und Komplexität der Daten kann überwältigend sein, wenn Manuskripte, Storyboards, RTOS-Module sowie Bild- und Tondaten gleichzeitig anfallen. Hinzu kommt, daß sich die Urheberrechte auf einzelne Personen oder Organisationen verteilen.

Die Verwendung eines eigenen Datenbanksystems ermöglicht den schnellen Zugriff auf bestimmte CD-I-Daten einer Applikation. Weiterhin ermöglicht das Datenbanksystem eine Verteilung der Daten an die einzelnen Dienstprogramme. Spezielle Datenverriegelungsprogramme verhindern, daß zwei Programme gleichzeitig den Datenbestand aktualisieren. Jede Datenmodifikation wird durch ein Protokoll dokumentiert.

Test- und Simulations-Subsystem
Bevor ein Glasmaster erstellt wird, kann mit Hilfe eines speziellen Test-Subsystems die Leistungsfähigkeit des Programms simuliert werden. In der Basisversion des Entwicklungssystems wird der Simulator aus einem Compiler bestehen. In Zukunft werden die Simulationssysteme wahrscheinlich interpretative Fähigkeiten besitzen. Einzelne Dateien könnten dann direkt übersetzt werden. Die langsamere Compilertechnik, die nach jeder Änderung den Neuaufbau eines Disc-Bildes verlangt, könnte dann entfallen.

Mit Hilfe eines Entwicklungssystems kann sich das Entwicklungsteam von einer Menge mathematischer Berechnungen entlasten. Dadurch steht mehr Energie für kreative Arbeiten zur Verfügung.

Wichtige Kenngrößen und Merkmale

Das CD-I-System ist kein Gerät wie ein Videorecorder, sondern eine computerorientierte Technologie. Ton und Bilder sind Produkte einer digitalen Datenbank. Diese Daten können in Videobilder, Stereoton oder Text verwandelt werden. Sie können aber weiter im digitalen Bereich bleiben, um interaktive Anwendungen zu ermöglichen.

Die Aufgabe der Entwicklung besteht folglich darin, die verschiedenen Datentypen zu sammeln, zu organisieren und so umzuformen, daß sie über eine Schnittstelle einem Anwender übergeben werden können.

Ein CD-I-Entwickler muß nicht sofort die komplexe Technologie verstehen. Es ist aber wichtig, die Grundprinzipien der CD-I-Entwicklung zu verstehen.

Hierzu gehört z. B. Wissen über die Geschwindigkeit, mit der Daten von einer Disc vermittelt werden können, über die Datenmenge einzelner Applikationen, über die Speicherkapazität des Systems und über die prozentuale Aufteilung der vorhandenen Speicherplätze und Datenkanäle auf die einzelnen Effektarten. Im folgenden Abschnitt werden einige notwendige Grundberechnungen vorgestellt, um Speicherkapazität und Prozessorleistung im Blick zu behalten. Der Umgang mit diesen Zahlen fördert die Sensibilität für einzelne Effekte innerhalb einer CD-I-Applikation. Eine ausführliche Aufstellung der genauen Zahlen für Speicherkapazität und Datengeschwindigkeit befindet sich in Anhang A.

Die wichtigsten Kenngrößen und Merkmale im einzelnen:
Spuren und Sektoren

Auf jeder CD-I befinden sich die Daten auf einer spiralförmigen Spur, die in einzelnen Sektoren aufgeteilt ist. Jeder Sektor hat eine Speicherkapazität von ca. 2 KByte. Die genaue Kapazität ist abhängig von der Art der gespeicherten Daten (normalerweise Audio- und Videodaten im Format 1 oder Text- und Programmdaten in Format 2).

In Kapitel 7 wird dieses Thema genauer behandelt. Hier ist es wichtig zu wissen, daß die Daten von der Disc mit einer Geschwindigkeit von 75 Sektoren/Sekunde gelesen werden (ca. 170 KByte/s). Dabei ist es gleich, an welcher Stelle sich die Daten auf der Disc befinden. Die Drehzahl der Disc wird ständig so nachgeregelt, daß die Geschwindigkeit von 75 Sektoren/Sekunde eingehalten wird. Jeder Sektor kann innerhalb des gesamten Datenstroms verschachtelt werden (Interleaving-Verfahren). Zur Hertellung von Programm-Modulen kann eine Reihe von Programmsektoren verbunden werden.

Ein wichtiger Faktor bei einer interaktiven Applikation ist, daß aufeinanderfolgende Sektoren in kurze Module aufgeteilt werden. Über die Schnittstelle kann der Anwender diese Module zusammensetzen.

Disc-Kapazität

Die Speicherkapazität einer CD-I kann grob mit 650 Megabyte (MByte) angegeben werden. Diese Kapazität reicht aus, um ca. 150 000 Textseiten abzuspeichern.

Die Kapazität für Audioanwendungen wird nach dem Qualitätslevel berechnet. Eine Sekunde Spielzeit mit Qualitätslevel A in Stereoqualität benötigt 85 KByte; für Level B werden bei Stereowiedergabe nur noch 42,5 KByte Speicherkapazität benötigt. Bei Level C kommt man mit 21,3 KByte für Stereowiedergabe aus. Für eine Monowiedergabe wird entsprechend die Hälfte der angegebenen Kapazitäten benötigt. Durch einfache Berechnungen kann festgestellt werden, wieviel Spielzeit bei den einzelnen Qualitätsstufen bei 650 MByte Gesamtkapazität möglich sind.

Genaugenommen lassen sich bei 1 MByte Speicherkapazität 1 048 576 Byte abspeichern, da 1 K = 1 4024 = 2^{10} Byte enthalten (1 024 · 1 024 = 1 048 576).

Eine Angabe von 650 MByte bedeutet folglich, daß insgesamt 650 · 1 024 = 665 600 KByte gespeichert werden können. Bezogen auf eine Stereo-Audiowiedergabe mit Qualitätslevel A heißt das, daß eine CD-I eine Spielzeit von

665 600 KByte : 85 KByte = 7 830 s = 130 Minuten = 2 Stunden und 10 Minuten erreichen kann. Die Umrechnung auf eine Spielzeit mit Qualitätslevel C ergibt eine Spielzeit von 17,5 Stunden.

Diese Angaben beziehen sich auf reine Spielzeit ohne irgendwelche Begleitdaten.

Auch Bilder beanpsruchen unterschiedlich viel Platz auf der Disc. Hier hängt der Speicherbedarf von der Art der Auflösung (normal, hoch oder doppelt) und von der Codierungstechnik ab.

Es ist wichtig zu wissen, daß ein Bild, das nur einen Teil des Bildschirmes benötigt, entsprechend weniger Speicherkapazität benötigt. Bei einem Bild, das nur die Hälfte der Breite und nur die Hälfte der Höhe beansprucht, reduziert sich die Speicherkapazität um 75 %.

Ein einzelnes Bildschirmbild in DYUV – Darstellung und 8-bit-Codierung besteht in der NTSC-Norm aus 360 · 240 Pixel (384 · 280 Pixel bei PAL). Jedes Pixel benötigt 1 Byte zur Darstellung des Helligkeitswertes. Die Berechnung der erforderlichen Speicherkapazität ist in diesem Fall sehr einfach.

360 · 240 = 86 400 · 1 Byte = 86 400 Byte bei NTSC
bzw. 384 · 280 = 107 520 : 1 Byte = 107 520 Byte bei PAL

Teilt man die Werte durch 1 024, erhält man den erforderlichen Speicherplatz in K (84,38 K NTSC; 104,74 K PAL).

Vereinfacht ausgedrückt benötigt ein komplettes Bild mit der o. a. Auflösung eine Speicherkapazität von 85 K bei NTSC bzw. 105 K bei PAL.

Bei einer Gesamtkapazität der Disc von 650 MByte können 7 830 verschiedene Einzelbilder gespeichert werden. Wenn nur 25 % der Bildschirmfläche ausgenutzt werden, erhöht sich die Anzahl der Einzelbilder auf über 30 000.

Ein einzelnes Bild in RGB-Codierung benötigt beide 8-bit-Ebenen und kann nur mit doppelter Auflösung benutzt werden. Das Ergebnis verändert sich jetzt auf 170 KByte für NTSC und 210 KByte für PAL.

Bei CLUT-codierten Bildern hängt die erforderliche Speicherkapazität von der Codierungsmethode und der Art des Bildes ab. 8-bit- und 7-bit-CLUT-Bilder nehmen wie DYUV-Bilder die gesamte Bildschirmfläche ein. Die Speicherkapazität beträgt 85 K (NTSC) bzw. 105 K (PAL). 4-bit- bzw. 3-bit-Bilder benötigen für ein Pixel nur ½ Byte und kommen somit mit 42,5 K (NTSC) bzw. 42,5 K (PAL) Speicherkapazität aus.

Bilder mit Run-Length-Codierung für 7-bit- und 3-bit-CLUT-Bilder benötigen noch weniger Speicherkapazität. Eine Folge von 10 Pixels gleicher Farbe, z. B. blauer Himmel, benötigt nur 2 Byte: ein Byte zur Bestimmung der Farbe und ein Byte zur Festlegung der Länge. Die Wirtschaftlichkeit dieser Codierungsart zeigt sich bei einer großen einfarbigen Fläche mit 40 Zeilen von je 360 Pixel.

Die größte im Run-Length-Code darstellbare Zeilenlänge kann aus 255 Pixel bestehen. Jede Zeile benötigt im Speicher nur 2 Byte anstatt 180 Byte bei einer normalen 4-bit-CLUT-Grafik. 50 Run-Length-codierte Zeilen erfordern deshalb nur 100 Byte Speicherplatz.

Der tatsächliche Speicherbedarf eines Bildes hängt stark vom jeweiligen Dateninhalt des Bildes ab. Mit einiger Erfahrung müßte es möglich sein, die Disc-Kapazität ziemlich genau einzuschätzen. Einzelne Konzepte werden in Kapitel 7 erörtert.

Datenübertragungskanäle

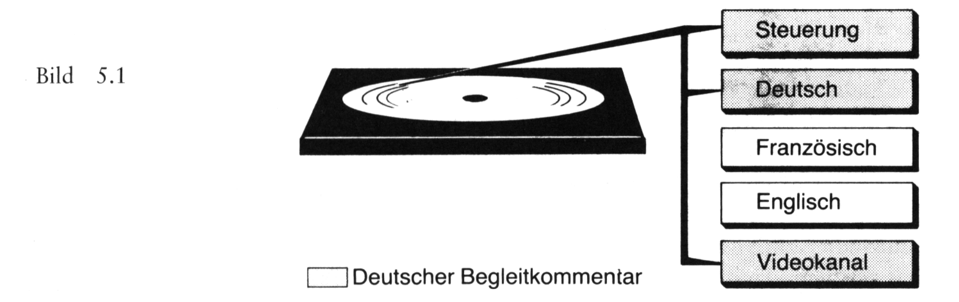
Ein CD-I-Player tastet einen einzelnen Sektor der Disc auf einmal ab und teilt ihm einen Datenkanal zu. Für die Audiowiedergabe sind 16 Datenkanäle möglich. Jedes andere Datenformat kann bis zu 32 Kanäle ausnutzen.

Mit Hilfe des Interleaving-Verfahrens können verschiedene Datenkanäle in den Datenfluß verschachtelt werden. Ein typisches Beispiel für die Informationsübertragung mit mehreren Datenkanälen ist ein herkömmliches Fernsehgerät: Es empfängt alle vorhandenen Sender, obwohl das Gerät jeweils nur eine Sendung zeigen kann. In der gleichen Weise werden alle Sektoren im CD-Player aufgenommen und an ihre betreffenden Kanäle verteilt. Aber nur die Kanäle, die der Benutzer während einer bestimmten Ausführung eines Programms abruft, werden benutzt.

(Im Gegensatz zum herkömmlichen Fernsehgerät kann ein CD-I-Player jedoch mehr als einen Kanal auf einmal abspielen.)

Bild 5.1 zeigt, wie ein Kommentar in drei Sprachen, einschließlich Hintergrundmusik und Fotos, miteinander verknüpft wird. Während eines Ablaufvorgangs kann der Benutzer von einer Sprache zur anderen wechseln, ohne den Musikfluß oder die Fotofolge zu unterbrechen. Dies ist möglich, da alle drei Tonspuren im Datenfluß gleichzeitig laufen.

Bild 5.1



Datenkanäle für Audio-Wiedergabe

Im CD-I-System sind alle Audiosignale digital codiert. Kurz vor Übergabe der Signale über die Schnittstelle werden die Audiosignale wieder in ihre analoge Form zurückgewandelt. Je nach gewähltem Qualitätslevel ergeben sich hierbei unterschiedliche Störungen, die sich als Hintergrundgeräusch bemerkbar machen (Bild 5.2).

Kritische Faktoren bei einer Audiosignal-Verarbeitung sind die Bandbreite (Qualität) und der Prozentsatz des ausgenutzten Datenstroms.

Im Qualitätslevel A erreicht man einen linearen Frequenzgang bis 17 kHz (Grenze der Hörempfindlichkeit), obwohl bei Stereo-Wiedergabe nur 50 % des Datenstromes genutzt werden.

Bild 5.2 CD-I Audio

Qualitäts-Level	Abtast-frequenz	Quantisierung	Frequenzgang	Anzahl der Kanäle	Ausnutzung des CD-I-Datenstroms in %
CD Digital Audio 16B PCM (Super HiFi)	44,1 kHz	16	20 kHz	1 stereo	100 %
CD-I ADPCM Audio-Level					
A (HiFi-Musik entspr. LP)	37,8 kHz	8	17 kHz	2 stereo 4 mono	50 % 25 %
B (HiFi-Musik entspr. UKW-Empfang)	37,8 kHz	4	17 kHz	4 stereo 8 mono	25 % 12,5 %
C (Sprechqualität entspr. MW-Empfang)	18,9 kHz	4	8,5 kHz	8 stereo 16 mono	12,5 % 6,25 %

Mit Qualitätslevel B erreicht man ebenfalls eine Bandbreite von 17 kHz. Im Gegensatz zu Level A fällt die Qualität infolge der 4-bit-Quantisierung zurück.

Qualitätslevel C nutzt nur 12 % des Datenstromes, wobei die Qualität für die meisten Fernsehanwendungen ausreichend ist.

Datenkanäle für Video-Wiedergabe

Bevor ein Bild auf dem Bildschirm erscheint, werden die auf der Disc gespeicherten Videodaten zum Bildspeicher übertragen. Videodaten müssen mit Audio- und anderen Softwaredaten gemischt werden. Der kritische Punkt für die Videosignal-Verarbeitung ist die Zeit, die benötigt wird, um ein einziges Bild von der Disc zum RAM zu befördern.

Wie bereits erwähnt, benötigen 7-bit- oder 8-bit-CLUT-Bilder 85 K für eine volle Bildschirmdarstellung. Fließen durch einen Datenkanal keine anderen Daten, dauert es 0,5 s, bis ein komplettes Bild in den RAM geladen ist. Die Berechnung erfolgt indem man die Datenmenge (85 K) durch die Datenrate der Disc (170 KByte/s) dividiert.

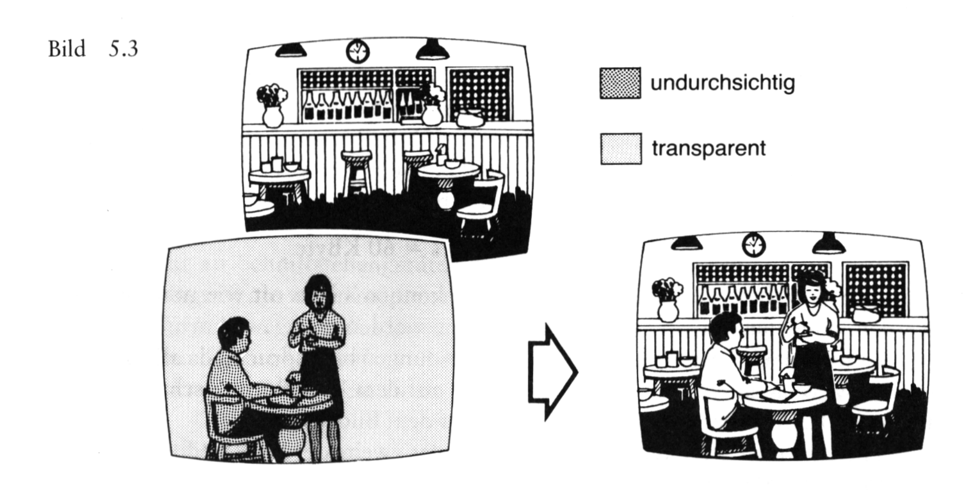
Werden gleichzeitig im Datenkanal aber noch Audiosignale mit Qualitätslevel A übertragen, sind schon 50 % der Kanalkapazität besetzt. In diesem Fall dauert der Ladevorgang doppelt so lange.

Zur Erzeugung beweglicher Bilder muß der Bildaufbau ca. 15mal pro Sekunde wiederholt werden. Zur Reduzierung der Datenmenge empfehlen sich die Verwen-

dung von Updates für einzelne Bildschirmteile und der Einsatz der Run-Length-Codierung.

In diesem Fall darf ein zur Sequenz gehörendes Einzelbild nicht mehr als 170 KByte/s : 15 = 11 KByte enthalten. Mit einer DYUV- oder CLUT-Codierung könnte ein bewegtes Bild nur 13 % der Bildschirmfläche belegen (Bild 5.3).

Bild 5.3



Eine Reihe von Softwaretechniken gestattet es jedoch, den Platz auf der Bildschirmfläche für Teil-Updates von 13 % auf ca. 50 % zu vergrößern. Gleichzeitig ist hierbei eine Stereo-Audiowiedergabe mit Qualitätslevel C möglich. Diese Techniken verteilen die Codierungsparameter in der Weise, daß bewegliche Bilder mit annehmbarer Qualität anstelle von Einzelbildern mit hoher Qualität hergestellt werden.

Mit Hilfe der Chroma-Key-Technik ist es möglich, Updates in der Vordergrundebene zu halten. Somit können Bildschirmdarstellungen über die gesamte Fläche bei vollsynchronisiertem Stereoton entstehen.

RAM-System

Innerhalb des CD-I-Players gibt es neben den üblichen Festwertspeichern noch einen Kurzzeitspeicher (RAM). Dieser Speicher besitzt eine Gesamtkapazität von 1 024 KByte oder 1 MByte. Die gesamte Kapazität ist in zwei Ebenen zu je 512 KByte aufgeteilt. Die Zugriffszeit auf die Daten im RAM ist viel kürzer als die auf Daten der Disc. Da der RAM-Speicher ein flüchtiger Speicher ist, wird sein Inhalt bei Ausschalten des CD-I-Players gelöscht.

Obwohl das eigentliche CD-RTOS-Betriebssystem des CD-I Players in einem Festwertspeicher untergebracht ist, wird ein Teil des RAM-Speichers von der Betriebssoftware in Anspruch genommen (ca. 50 K).

Einfache Applikationen werden sicherlich nur wenige KByte RAM-Kapazität in Anspruch nehmen. Komplexe Datenbank-Anwendungen hingegen schöpfen die

RAM-Kapazität voll aus. Ein Teil der Software wird beim Start eines Programms in den RAM geladen, während andere Teile im Laufe der Anwendung in den RAM geladen bzw. aus dem RAM gelesen werden.

Die meisten Musik- oder Kommentar-Programme werden von der Disc direkt in den Audioprozessor (APU) geschickt, ohne den RAM zu benutzen. Einige spezielle Audiosequenzen können jedoch als Soundmaps im RAM abgelegt und zu gegebener Zeit eingesetzt werden. Dies könnte ein Ton sein, der im passenden Moment als Antwort bei einem Spiel ausgegeben wird.

Ein effektiver Einsatz von Soundmaps kann u. U. die Zeit Überbrücken, die für das Suchen bestimmter Daten auf der Disc notwendig ist.

Der für Soundmaps benötigte Speicherplatz wird über einen Prozentsatz der Datengeschwindigkeit berechnet. Ein 3 Sekunden dauernder Toneffekt mit Qualitätslevel C (12 % Kanalbelegung bei Stereobetrieb) benötigt demzufolge

$$170 \text{ KByte/s} \cdot 12\,\% \cdot 3 \text{ s} = 60 \text{ KByte}$$

Befinden sich diese Daten einmal im RAM, können sie so oft wie nötig benutzt werden, ohne daß auf die Disc zurückgegriffen werden muß.

Am meisten wird der RAM von Videoanwendungen beansprucht, da alle Bilder in den RAM geladen werden müssen, bevor sie auf dem Bildschirm erscheinen. Jede Ebene im RAM unterstützt eine Bildebene auf dem Bildschirm.

Bei Effekten wie Dissolves oder Wipes muß das zweite der Effekt-Bilder im RAM gehalten und zum Bildschirm geschickt werden. DYUV-Bilder benötigen 90 K (NTSC) bzw. 105 K (PAL). Das sind 20 % der vorhandenen RAM-Kapazität.

Nach dem Laden der Videodaten in den RAM wird die Datengeschwindigkeit mit der Audiospur synchronisiert. Danach erfolgt das Auslesen der Daten aus dem RAM, um Platz für neue Bilder zu schaffen.

Um die begrenzte Speicherkapazität des RAM wirtschaftlich auszunutzen, ist eine vernünftige Entwicklungsplanung notwendig.

Leistung des Hauptprozessors

Bevor die Videobilder auf dem Bildschirm erscheinen, können die Videodaten in der Mikroprozessor-Einheit (MPU) zusammengesetzt und manipuliert werden. Zur Manipulation einzelner Daten können Drawmaps benutzt werden; das sind frei Speicherplätze für die Datenmanipulation.

In der bereits erwähnten Anwendung «Golfspiel» wird die Richtung und die Größe des Balls, der den «Fairway» entlangrollt, von den Swing-Bewegungen und dem Zeitpunkt des Treffens bestimmt. Die Swing-Bewegungen werden wiederum vom Anwender dem CD-I-Player mitgeteilt.

Ein Drawmap des Golfballs wird im RAM gespeichert und von der MPU mit den über die Schnittstelle eingegebenen Daten manipuliert.

Die sich durch Berechnung ergebende Flugbahn zeigt auf dem Bildschirm einen größer werdenden Ball und eine sich ändernde Position.

Wie man mit der komplexen Datenspeicherung und Beschränkung bezüglich der Prozessorleistung umgeht, wird im nächsten Abschnitt behandelt.

Der Aufbau einer CD-I-Programmentwicklung

Hauptfaktor für eine erfolgreiche CD-I-Programmentwicklung ist die Kontrolle und optimale Steuerung der anfallenden Daten, die gespeichert und übertragen werden müssen.

CD-I ist ein interaktives Medium. Die Entwicklung der audiovisuellen Aufzeichnung muß auf die Aktivitäten der Person gerichtet werden, die das Anwendungsprogramm benutzt. Die Zielgrupe ist mit den interaktiven Möglichkeiten im Bereich Bildung und Unterhaltung meist noch nicht vertraut. Die anfängliche Unerfahrenheit muß also bei der Programmentwicklung berücksichtigt werden. Deshalb sollte man auch davon ausgehen, daß die Anwender vielleicht nicht immer eine Wahl treffen, Fragen beantworten, Informationen suchen oder spielen wollen.

Schnittstellengeräte

Die Auswahl an Schnittstellengeräten ist groß. Im einfachsten Fall besteht ein Schnittstellengerät aus zwei Knöpfen mit einem Hinweis darauf, wie ein Cursor auf dem Bildschirm bewegt werden kann.

Komplexere Geräte können aus einer Computertastatur, einem Musiksynthesizer einem Grafiktablett oder sogar einem Lichtgriffel oder Strichcodeleser bestehen.

Bildschirmaufbau

Es ist unausweichlich, daß das neue Medium CD-I am Standard der Fensehanstalten gemessen wird. Das betrifft in erster Linie die Bildqualität und -aufbereitung. Das CD-I-System bietet viele Bildschirmeffekte, die helfen, den visuellen Stil der Rundfunkanstalten zu erzeugen (Bild 5.4).

Bild 5.4





Gute Vorbilder für einen CD-I-Bildschirmaufbau liefert die Zeitschirften- und Fernsehwerbung. Hierbei kann der Bildschirm als eine Art Zeitschriftenseite betrachtet werden, auf der Textabschnitte, Fotos, Grafiken und sogar vollbewegliche Videos kombiniert werden. Dem begrenzten Datenfluß im CD-I-System läßt sich begegnen, indem nur geringe Flächen des Bildschirms mit neuen Informationen aktualisiert werden. Schließlich hängt die Änderungsgeschwindigkeit der Daten von der Häufigkeit und nicht vom Datenvolumen ab.

Bildschirmeffekte

Bildschirmeffekte – das, was der Anwender sieht – zeigen die gesamte Palette der CD-I-Möglichkeiten. Durch geschickte Anwendung der verschiedenen Bildcodiertechniken können die unterschiedlichsten Bilder auf den beiden Bildebenen entstehen.

Die Bildcodierung wird in Kapitel 3 erläutert. Für diesen Abschnitt ist es wichtig zu wissen, wie das Verhältnis der beiden Bildebenen zueinander ist und welchen Einschränkungen beide Bildebenen unterliegen.

DYUV-Bilder können auf Ebene A und Ebene B dargestellt werden. Beide Ebenen können vertauscht oder miteinander gemischt werden. Probleme hinsichtlich der Datengeschwindigkeit ergeben sich aber bei schnellem Scrolling (s. Kapitel 3). Teil-Updates sind mit natürlichen Bildern nur schwer herzustellen. Die Gründe hierfür liegen in der Feinheit der Farbcodierung. Das System ist nicht in der Lage, die erforderlichen Anfangswerte und ihre Lage zu errechnen (Bild 5.5).



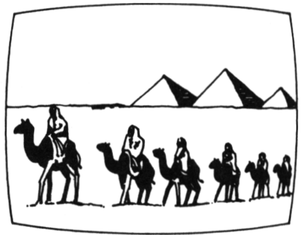
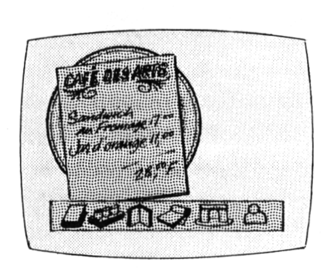


Bild 5.5

Bild 5.6 zeigt ein Dissolve (Überblenden) zwischen einem CLUT-codierten Bild und einem DYUV-Bild. Das 256fache CLUT-Bild befindet sich ausschließlich im Vordergrund oder in der Ebene A. Ebene B ist in diesem Fall für eine DYUV–Darstellung frei. Da die Farbtabellensuche vom Vordergrundbild voll in Anspruch genommen wird, bleibt keine Fläche mehr für andere CLUT-Bilder übrig. Da RGB-Bilder volle 16 bit benötigen, bleibt für das Hintergrundbild oder das Bild in Ebene B nur noch die DYUV–Codierung. Die Kombination aus DYUV- und CLUT-Codie-



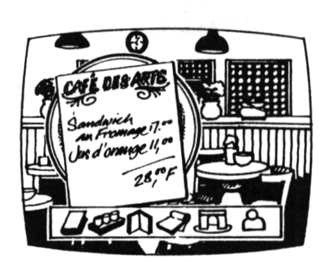


Bild 5.6

undurchsichtig transparent

rung läßt einen anspruchsvollen natürlichen Hintergrund zu, z. B. eine Landschaft oder einen Innenraum, mit einer flexiblen CLUT-Grafik im Vordergrund.

In einem Sprachlernprogramm könnte eine Grafik mit einer Kundenrechnung gezeigt werden und darunter eine DYUV-Abbildung mit einer französischen Cafehausszene. Durch Teil-Updates auf Ebene A könnten Änderungen in der Rechnung entstehen, falls der Kunde die Rechnung beanstanden möchte. Der einzige Vorteil einer CLUT-Codierung für das Vorderbild liegt in der Erhöhung der Geschwindigkeit, die durch eine Run-Length-Codierung möglich wäre.

Bild 5.7

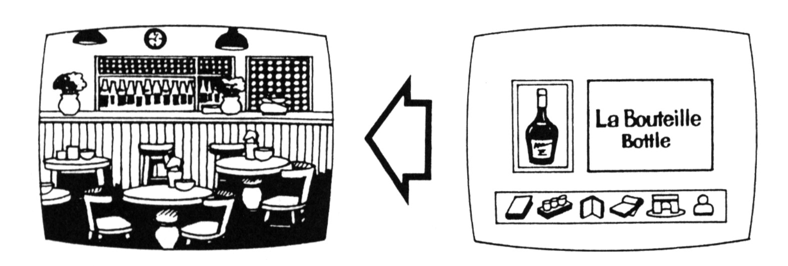
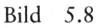


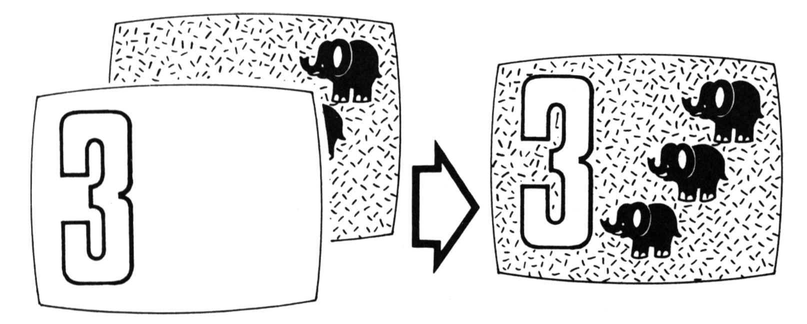
Bild 5.7 zeigt eine Möglichkeit, Textinformationen auf Ebene A vor einem DYUV-Bild zu präsentieren. Texte oder einfache Piktogramme profitieren von einer doppelten Auflösung, ohne daß die Farbauswahl eingeschränkt wird. Bei einer einfachen Bewegung mit hoher Geschwindigkeit wäre auch eine 4-bit-CLUT-Codierung möglich.

Eine sehr flexible Bildgestaltung ermöglicht die 7-bit-CLUT-Codierung. CLUT-Grafiken können auf beide Ebenen gezeigt werden. Das Scrolling wird durch dieses Verfahren weniger eingeschränkt. Eine Begrenzung erfolgt lediglich durch die Speicherkapazität.

Bild 5.8 zeigt die Überblendung eines 3- oder 4-bit-CLUT-Bildes über ein 7-bit-CLUT-Bild.

Diese Konfiguration ist am besten für Vordergrundtexte oder einfache Vordergrund-Bewegungsbilder geeignet, die dann über eine subtileren grafischen Hintergrund gelegt werden. Die 3- oder 4-bit-CLUT-Bilder haben einen begrenzten


Bild 5.8



Farbenbereich und eignen sich somit am besten für große Flächen mit Bewegungsbildern. Es versteht sich von selbst, daß 8-bit-Hintergrundbilder nicht im Zusammenhang mit anderen CLUT-Ebenen gebracht werden können.

Es ist möglich, eine 4-bit-Hintergrundebene zu benutzen, wenn für den Vordergrund eine einfache Färbung geeignet ist. Das Beispiel zeigt hier ein Textmenü über einem einfach gefärbten, schnell herausgeschobenen Hintergrund.

Bei der Komination eines Dual-DYUV-Bildes mit einem CLUT-Subscreen erscheint ein Teil des Bildschirms mit gewöhnlichen DYUV-Abbildungen, der andere Teil als Subscreen mit voller Bildschirmbreite und eingeschränkter Höhe.

Das Subscreen-Bild kann als Grafikbedienpult dienen, um wechselnde Aufzeichnungen auf dem übrigen Schirm zu steuern.

Steuerung des Datenflusses

Eine der größten Herausforderungen des CD-I-Programmentwicklers ist die Kontrolle und Steuerung der anfallenden Datenmenge. Um einen Blick für die zu bewegenden Datenmengen zu erhalten, muß der CD-I-Programmentwickler mit den Berechnungen der einzelnen Anwendungen vertraut sein. Die im folgenden diskutierten Entwicklungsfaktoren beziehen sich auf voraussichtliche CD-I-Anwendungen, wie sie im nächsten Kapitel beschrieben werden.

Interleaving

Am Anfang eines jeden Sektors befindet sich eine Information, die dem CD-RTOS-Betriebssystem mitteilt, welche Daten sich im Sektor befinden (Audio, Video, Text, Software usw.), ob die Daten in Echtzeit vorliegen oder welchem Kanal sie zuzuordnen sind.

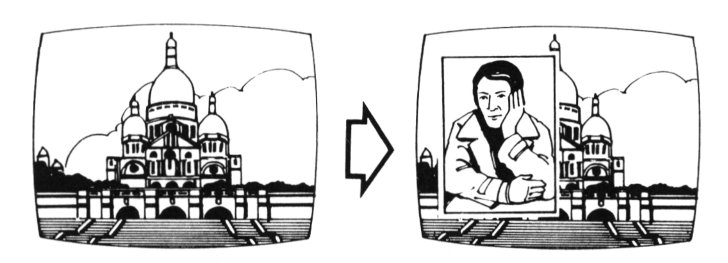
Das CD-RTOS arbeitet hierbei als Controller und steuert jeden Sektor nacheinander an seinen zugehörigen Verarbeitungsplatz. Die Funktion des CD-RTOS-Betriebssystems ist vergleichbar mit der Aufgabe eines Verkehrspolizisten, der den Straßenverkehr so lenkt, daß der Verkehrsfluß möglichst effektiv läuft.

Im CD-I-Programm hat der Entwickler aber Einfluß und Kontrolle über Sektor und Reihenfolge, so daß keine Sektoren zufällig erscheinen.

Bild 5.9 zeigt eine Anwendung, in der Audioinformationen mit Qualitätsstufe A und einer Serie Fotos eines Pariser Stadtteils wiedergegeben werden. Die Audiodaten benötigen in diesem Fall 50 % des Datenflussen. Für das korrekte Timing der Audiodaten muß jedem Audiosektor ein Sektor mit anderen Daten, z. B. Text- oder Videodaten, folgen.

Im hier gewählten Beispiel bestimmen die Audiodaten die Geschwindigkeit der Bildfolgen (die Bildfolgen werden mit dem Audiokanal synchronisiert). Um ein einzelnes DYUV–Videobild in den RAM zu laden, werden ca. 37 Sektoren (NTSC) bzw. 50 Sektoren (PAL) benötigt. Von den 75 Sektoren, die je Sekunde von der Disc gelesen werden, ist bereits die Hälfte mit Audiodaten belegt. Wenn für ein Bild 37 Sektoren benötigt werden, steht somit ca. jede Sekunde ein neues Bild zur Verfügung. Bei einem aktuellen Foto-Essay ist anzunehmen, daß sich die Bilder alle drei bis fünf Sekunden ändern. Zudem muß nicht immer der volle Bildschirm mit neuen

Bild 5.9



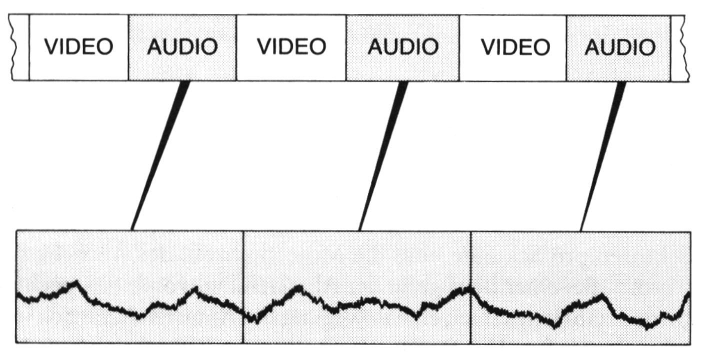
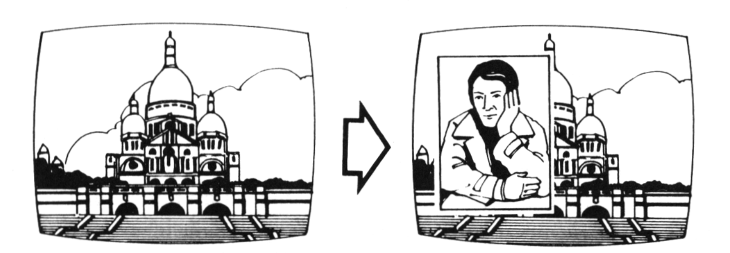
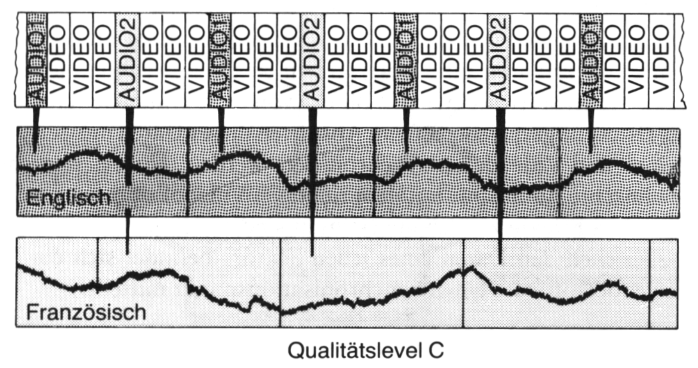


Bild 5.10





Video-Informationen belegt werden. Die hier beschriebene Kombination von Audio- und Videodaten ist für diese Anwendung sehr gut geeignet.

Wäre eine solche Anwendung Teil einer größeren Datenbank, wie z. B. einer Enzyklopädie oder eines Sprachlehrgangs, dann würde die Gesamtspeicherkapazität der Disc die Rechnung beeinflussen. So könnte für die Audiowiedergabe ohne merkliche Qualitätseinbuße Level C verwendet werden, und es stände mehr Platz für andere Informationen zur Verfügung.

Bei Qualitätslevel C wäre nur jeder 8. Sektor einer Sequenz mit Audiodaten belegt. Ändert sich die Bildfolge durch Schnitt oder Überblenden nur alle vier bis sechs Sekunden, können die anderen Sektoren im Datenstrom mit zusätzlichen Informationen (interaktiven Möglichkeiten) belegt werden (Bild 5.10).

Positionierungszeit

Die Positionierungszeit ist die Zeit, die benötigt wird, um den Abtastlaser des CD-I-Players von einer Position auf der Disc zu einer anderen Position zu bewegen. Bei der Positionierungzeit spielen Faktoren wie Disc-Drehzahl und Ort der Daten auf der Disc eine Rolle. Bedingt durch die konstante Abtastgeschwindigkeit von 75 Sektoren pro Sekunde muß die Motordrehzahl des Antriebs ständig nachgeregelt werden. Bei einer Bewegung der Abtasteinheit von innen nach außen wird die Motordrehzahl langsamer, eine Bewegung der Abtasteinheit nach innen läßt den Motor schneller laufen. Um Daten innerhalb eines Bereichs von 20 MByte zu finden (ca. 3 % der Disc-Kapazität), muß die Motordrehzahl nicht wesentlich nachgeregelt werden. Die totale Einstellzeit auf neue Daten könnte aber noch eine ganze Disc-Umdrehung dauern (ca. ¼ s). Bei einer Datenrate von 170 KByte/s bedeutet das für 20 MByte fast 2 Minuten Spieldauer (Echtzeit) oder ca. 100 bis 200 DYUV-Bilder mit voller Bildschirmgröße (abhängig von der Qualitätsstufe der verschachtelten Audiodaten).

Im Gegensatz zum Laser-Bildplattensystem können im CD-Player Ton und Bild in einem RAM gespeichert werden. Diese Möglichkeit kann man ausnutzen, wenn der Laser auf einer anderen Position der Disc zugreifen muß. Die meisten Positionierungszeiten können mit Hilfe einer Zwischenspeicherung im RAM getarnt werden.

Synchronisation

Verschiedene Bereiche des CD-I-Programms werden auf verschiedene Spuren geführt und erfahren eine unterschiedliche Verarbeitung. Jeder Datentyp (Video, Audio, Text, Software) wird in Blöcke von ca. 2 K aufgeteilt und in Sektoren entlang der Discspur gespeichert. Beim Abspielen dieser Daten müssen die Sektoren mit den Audio- und Videodaten synchronisiert werden. Nur so ist sichergestellt, daß die gewünschte Audiospur mit dem richtigen Videobild zusammenkommt und daß die speziellen Effekte zeitlich abgestimmt sind.

Zwischen den Daten eines jeden Sektors befindet sich ein Trigger-Bit, das der Anwendersoftware einen Synchronisationspunkt mitteilt.

Synchronisation bei Audio

Beim Synchronisieren des Programmablaufs kann das Videobild auf ein Wort oder zwischen vorgegebenen Phrasen mit der Audiospur synchronisiert werden. Der genaue Synchronisationspunkt wird der Anwendersoftware durch das Trigger-Bit mitgeteilt. Ein Bildwechsel erfolgt an dieser Stelle.

Synchronisation bei Video

Die Videosynchronisation gleicht der beim beweglichen Film. Zu Beginn einer Sequenz muß der Ton dem Videobild richtig angepaßt werden (Lippensynchron), damit eine Rede mit den Lippenbewegungen des Sprechers übereinstimmt. Bei konstanter Geschwindigkeit und korrekter Anpassung werden Ton und Bild synchron weiterlaufen.

Im CD-I-System wird diese Aufgabe komplexer. Greift z. B. der Anwender dann in den Programmablauf ein, wenn eine bestimmte Handlung stattfindet, muß wieder von neuem synchronisiert werden.

Im bereits erwähnten Beispiel des Golfspiels hängt der Synchronisationspunkt (Kontakt von Schläger und Ball) von dem Moment ab, den der Spieler (Anwender) für richtig hält (siehe auch Bild 3.13).

Hier bietet sich der Einsatz von Soundmaps an, die im RAM gespeichert und zu gegebener Zeit durch das Trigger-Signal abgerufen werden.

Zeithinweise

Innerhalb eines CD-I-Players befindet sich eine universell verwendbare Zeituhr. Mit ihrer Hilfe kann z. B. die Zeit, die der Anwender zur Beantwortung einer Eingabeaufforderung benötigt, vorgegeben werden. Wird die vorgegebene Zeit überschritten, schaltet die Software auf den weiteren Programmablauf um oder schaltet das System ab.

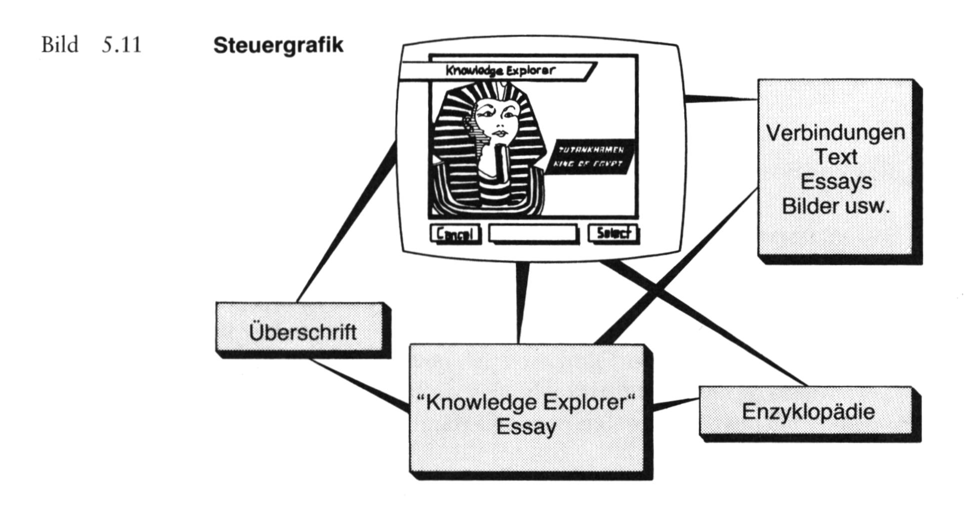


Bild 5.11 **Steuergrafik**

Interaktives Design
Interaktivität in einem Programm kann den Anwender auf einer Bildschirmebene durch das Programm führen und ihn auf Hinweise reagieren lassen. Je nach Inhalt des Programms sollte der für eine Interaktion vorgesehene Block nicht länger als 20 bis 30 Sekunden bis zur Antwort des Anwenders dauern.

Eine weitere Möglichkeit für den Einsatz von Interaktivität innerhalb einer Enzyklopädie könnte darin bestehen, dem Anwender ein Bilder-Essay aus Wissenschaft, Kunst oder Geographie zu liefern. Das Essay könnte z. B. 5 Minuten laufen, es sei denn, der Anwender unterbricht es, bevor es zu einem Text-Auswahlmenü überspringt (Bild 5.11).

6 Typische CD-I-Anwendungen

Es gibt kaum Themen, die sich nicht für eine CD-I-Anwendung eignen. Eine Enzyklopädie als CD-I-Anwendung kann z. B. mit einem visuellen Auswahlmenü beginnen, das einige Entdeckungsreisen durch Bild-, Ton- und Textdatenbanken ermöglicht. Das Thema läßt sich in vielfältiger Weise studieren. Es beginnt z. B. mit einem kurzen audiovisuellen Essay, bevor die eigentliche Suche nach spezifischen Informationen einsetzt.

Ähnlich kann das Anschauen eines klassischen Films, eines Schauspiels, einer Textdarbietung oder einer Oper enorm bereichert werden. Die Disc könnte neben der Vorstellung kritische Essays über das Werk, kurze Notizen über die Hauptpassagen oder Interviews enthalten. Es bleibt dem Anwender überlasen, ob und wann er diese Zusatzinformationen in das laufende Programm einbringt.

Die folgenden Themenvorschläge zeigen die Vielfältigkeit möglicher CD-I-Veröffentlichungen:

- ☐ Popmusik, Filme, Schauspiele, Tanz und Oper
- ☐ Studien über berühmte Menschen und Ereignisse in Geschichte und Kultur
- ☐ Wahrnehmungs- und Deduktionsspiele, wie z. B. Krimis und Abenteuer
- ☐ Geschicklichkeitsspiele, wie z. B. Bridge oder Schach und erweiterte Brettspiele wie z. B. Monopoly
- ☐ Multimediale Nachschlagewerke, wie z. B. Enzyklopädien und Wörterbücher
- ☐ Diagnostische Nachschlagwerke zu speziellen Themen von der Medizin bis zur Autoreparatur
- ☐ Bildbibliotheken und Datenbanken für Sammler, Schüler und Bastler u. a.
- ☐ Spiele um allgemeines Wissen, Witz und Erfahrung, wie z. B. Trivialitäts- oder Wortspiele
- ☐ Reiseführer und Touristikbücher
- ☐ Führer für berühmte Sehenswürdigkeiten und Gebäude – alles von archäologischen Fundstellen bis hin zu Museen
- ☐ Karten, Pläne und Navigationshilfen, sogar ganze Autofahrerleitsysteme
- ☐ «Ersatzreisen» durch phantastische Gebiete
- ☐ Spielhallen-Spiele, die Hände- und Augenkoordination sowie schnelle Entscheidungsfähigkeit verlangen
- ☐ Bildungsmaterial aller Ebenen, von der Vorschule bis zur Habilitation
- ☐ Sprachprogramme für autodidaktischen oder institutionellen Gebrauch
- ☐ Industrielles und gewerbliches Unterrichtsmaterial, sowohl «von der Stange» als auch «Maßarbeit»

- ☐ Kataloge und Verkaufshilfen für den Verbraucher oder als Hilfe für gezielte Verkaufsaktionen

Nachstehend werden mehrere Projekte etwas ausführlicher beschrieben, um die Besonderheiten unterschiedlicher Entwicklungskonzepte aufzuzeigen:

Die «*Enzyklopädie*» befaßt sich mit dem Problem der Speicherkapazität der Disc bei einem großen Projekt.

Das Golfspiel «*Sport-Champion*» liefert Beispiele für ein Storyboard in der frühen Phase, in der Überlegungen über Bildschirmaufbau, Programmablauf und Interaktivität skizziert werden.

Im «*Sprachlehrgang Französisch*» wird eine spätere Phase des Storyboards vorgestellt, in der die Gesamtentwicklung weitgehend abgeschlossen ist und die Produktion bevorsteht.

Die Multimedia-Enzyklopädie von Grolier

Der weltgrößte Verleger von Enzyklopädien, Grolier, hat die Möglichkeit des CD-I-Systems für eine Multi-Media-Ausgabe der «Academic American Encyclopedia» erkannt. Grolier entwickelt z. Z. die erste interaktive Enzyklopädie der Welt auf CD-I. Auch wenn die maximale Suchzeit in Anspruch genommen wird, kann die CD-I-Enzyklopädie Informationen viel schneller anbieten, als sie der Leser in einer 20bändigen Buchausgabe auffindet. Hinzu kommt, daß die Texte mit Ton- und Bildmaterial angereichert sind. Die multimediale Enzyklopädie verführt den Zuschauer zum interaktiven Umgang und damit zum Einstieg in die tieferen Ebenen der Informationen.

Das Entwickeln der Interaktivität

Ein Hauptpunkt bei dem Entwickeln einer Enzyklopädie ist, Klarheit darüber zu gewinnen, wie Interaktivität funktionieren soll. Das schnelle und genaue Abrufen von Textinformationen ist eine der Prioritäten. Es gibt jedoch auch Menschen, die nur «durchblättern» und sich anregen lassen wollen. Sie sollten Gelegenheit zur reinen Unterhaltung ohne interaktive Eingriffe bekommen.

Umgang mit dem Programm

In der Multimedia-Enzyklopädie werden die Informationen in verschiedene miteinander verkettete Datenbanken, die sog. «Domains of Knowledge», aufgeteilt. Die Verkettung schafft die Möglichkeit, sich zwischen allen Wissensgebieten zu bewegen. Die Datenbanken enthalten im einzelnen:

- ☐ eine Serie audiovisueller Essays über allgemeine Themen innerhalb von Hauptkategorien, wie z. B. Kunst, Geschichte, Geografie, Wissenschaft, Sport und Ideen;
- ☐ eine Audiodatenbank mit Reden, Toneffekten, Musik und Liedern;

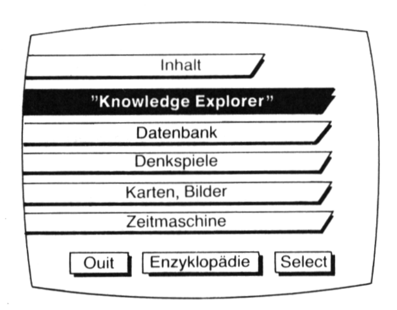
- Bildüberschriften und Verbindungen, die zu Datenbanken mit Karten, Bildern, Grafiken, Spielen und einer «Zeitmaschine» führen;
- den kompletten Enzyklopädietext mit über 10 000 000 registrierten Wörtern.

Datenverarbeitung

Der kritische Punkt der Datenverarbeitung in einer Enzyklopädie ist eher die absolute Disc-Kapazität als die Datenflußgeschwindigkeit: Versucht man, die gesamten Erfahrungen der Menschheit auf einer 12 cm großen Disc zu speichern, ist man mit den Megabytes sehr schnell am Ende.

Bildschirm-Schnittstelle

Um Einlaß in verschiedensten Wissensgebiete zu erhalten, sind zwei Typen von Bildschirm-Schnittstellen notwendig: Die eine Schnittstelle erlaubt den direkten Zugriff zu jedem Wissensgebiet, sobald die Disc geladen wird; die andere Schnittstelle erlaubt den Zugriff innerhalb eines Gebietes zu allen anderen Gebieten. Diese Schnittstelle hat eine laterale Struktur. Jede Schnittstelle muß mit einem einfachen Eingabegerät (z. B. einer Maus oder einem Track-Ball) kompatibel sein.



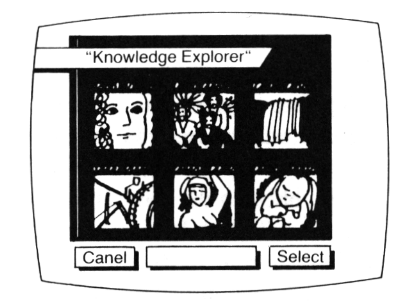



Bild 6.1

Die Auswahl der einzelnen Wissensgebiete erfolgt durch Menüs (Bild 6.1), so daß der Anwender einem Thema oder einer Frage gezielt nachgehen kann. Möchte der Anwender nur «durchblättern», bietet ein «Knowledge Explorer» kurze Einführungsessays über allgemeine Themen an. Das Menü projiziert eine Serie einzelner Standbilder, die den Inhalt des Essays andeuten. Wählt man ein Essay, so beginnt eine Phase des passiven Betrachtens. Die Phase dauert so lange, wie es der Anwender wünscht. Ob Interaktivität in die Auswahl einbezogen wird, bestimmt der Anwender selbst.

Bildschirmeffekte

Während der kurzen Essays werden Bildschirmeffekte eingesetzt. In den Effekten werden DYUV-Bilder zur Darstellung von Fotografien und CLUT-Bilder zur Darstellung von Grafiken verwendet.

Dissolves, Wipes und Bildschirmmontagen geben der Darbietung einen Stil, wie

ihn der Anwender vom Fernsehen gewöhnt ist. Während die Effekte vom CD-I-Player selber erzeugt werden, bleiben die individuellen Bilder unberührt und können auf andere Art, z. B. bei anderen Themen, erscheinen. Eine Anwendung kann einige tausend Bilder enthalten, die auf jeweils verschiedene Art und Weise gezeigt werden.

Grafik-Bedienpult

Als weitere Möglichkeit läßt sich ein Grafik-Bedienpult in den Bildschirm einblenden: Stoppt der Anwender über einen Tastendruck den «Knowledge Explorer» an irgendeinem Punkt, wird das gegenwärtige Bild «eingefroren», und das Grafikbedienpult erscheint. Es besteht aus einem 7-bit-codierten CLUT-Bild in Ebene A. Die Software stellt hierbei sicher, daß das Bild des audiovisuellen Essays im Hintergrund bleibt.

Interaktive Verzweigung

Einige Flächen auf dem Grafikbedienpult sind «aktive Regionen». Sie stehen im Zusammenhang mit den vom Anwender wählbaren Suchrichtungen.

Berührt man die Option «Überschrift», erscheint eine Überschrift in der Transparentfläche des Grafikbedienpultes. Sie enthält weitere Informationen über das Bild oder das Thema, das auf dem Bildschirm zu sehen ist. Jede Überschrift ist mit den Daten des zugehörigen Bildes verknüpft.

Berührt man die Taste «Link», erscheint eine Liste von Möglichkeiten, die eine Verbindung mit anderen Teilen der Enzyklopädie zulassen. Auch diese Liste ist mit den zugehörigen Bildern verknüpft (Bild 6.2).

Obwohl sich die Bilder in diesem Essay langsam abwechseln und für die Hintergrundmusik und den Begleitkommentar C–Level gewählt wurde, wird der Datenfluß noch mit zusätzlichen Informationen belegt, die zwar nicht jedesmal in Anspruch genommen werden, die aber für den Anwender bereitstehen müssen.

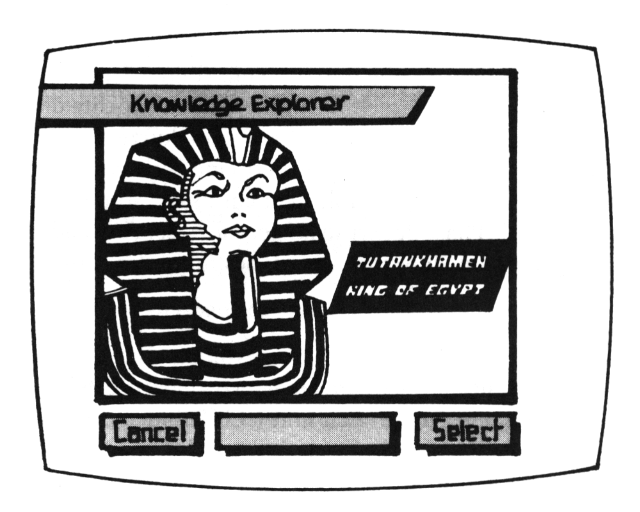


Bild 6.2

Positionieren der Wissensgebiete
Um die durch Link-Funktion angeboten Wissensgebiete zu erreichen, muß das Abtastsystem des CD-I-Players u. U. auf ein anderes Gebiet der Disc geführt werden. Der hierzu erforderliche Zeitaufwand ist jedoch annehmbar.

Insgesamt bietet die Multimedia-Enzyklopädie auf einer CD-I eine Menge an Information auf kleinstem Raum. Es werden bis zu 10 Millionen Wörter, 3 000 Bilder und 3 Stunden Ton gespeichert. Das entspricht einer gedruckten Enzyklopädie von 20 Bänden.

Sport-Champion

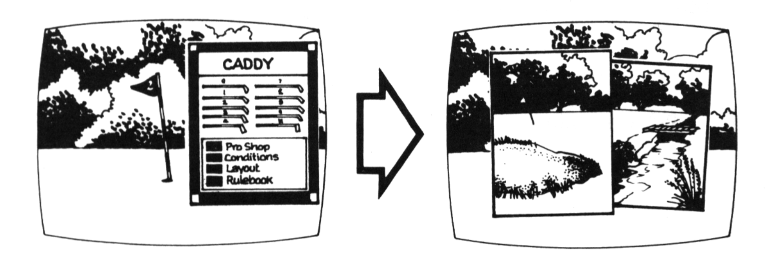
Das Treatment für das Golfspiel wurde schon in den Kapitel 2 und 3 beschrieben. Athletische Wettspiele bieten ein weiteres Thema für ein CD-I-Anwendung.

In den frühen Stadien eines Hochsprung-Wettbewerbs können Sie die Fernseh-Live-Übertragung aus dem Stadion abschalten und sich die Hochsprung-Datenbank auf einer CD-I laden. Hier können Sie die entscheidenden Kämpfe der letzten Olympiade wieder aufleben lassen. Wer hält den Rekord? Studieren Sie die Form der einzelnen Wettbewerbsteilnehmer. Benutzen Sie die «Slo/Mo»-Eigenschaften, um Schritt für Schritt die letzte Ausscheidung zu verfolgen. Rufen Sie von der Disc «Chalk Talk» ab, und lassen Sie sich vom »CD-I-Trainer» durch die Technik des Hochsprungs führen. Beim anschließenden Zuschalten in die Live-Übertragung zum Stadion ist Ihre Freude um so größer. Mit Hilfe einer CD-I «Sport-Champion» sind Ihr Einblick und Ihr Verständnis für den Stabhochsprung gewachsen.

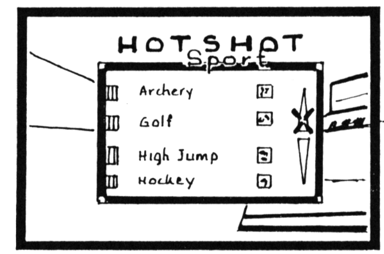
Kehren wir zum Golfspiel zurück. Hier wird von den interaktiven Möglichkeiten des CD-I-Systems Gebrauch gemacht. Außerdem werden Fotografien höchster Qualität mit zusätzlichem Hintergrundton dargestellt. Ein wichtiger Punkt in dieser Anwendung ist, daß die Grafiken eines Computerspiels mit Fotografien eines echten Golfplatzes kombiniert werden. In der Tat ist die Speicherkapazität der CD-I so groß, daß eine Auswahl der berühmtesten Golfplätze dargestellt werden kann.

Die begleitende Übersicht des Storyboards (Bild 6.4 und Bild 6.5) zeigt die frühen Phasen des Ideenkatalogs mit Skizzen der Hauptbilder für jede Folge des Spiels. Hier werden schon die wichtigsten Typen der Bildschirmdarstellungen und die Tonqualität festgelegt. Zusätzlich wird bestimmt, welchem Übertragungstyp die Daten


Bild 6.3

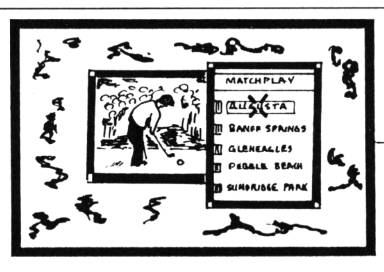


CD-Projekt Sport-Champion



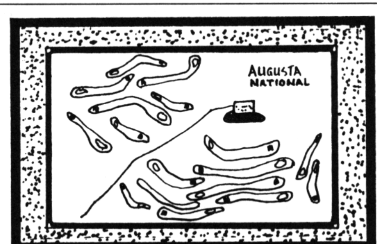
Sequenz: Hauptauswahl
Ebene A: CLUT 7 Matte
Ebene B: CLUT 7 Text
Quelle: Grafik

Zeit auf dem Bildschirm: Nach Wahl des Benutzers-max. 60 Sekunden
Audio: Soundmap 5 Sekunden C-Level
FX:
Übergang: Sport-Menü



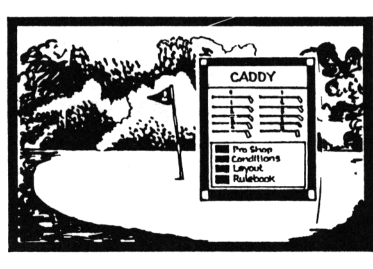
Sequenz: Matchplay-Bild
Ebene A: CLUT 8 Matte
Ebene B: DYUV-Standbild 25%
Quelle: Archiv-Foto/Grafik

Zeit auf dem Bildschirm: Nach Wahl des Benutzers max. 30 Sekunden
Audio: AUS
FX:
Übergang: Golfplatz



Sequenz: Golfplatz-Module 1 'Augusto'
Ebene A: CLUT 8 100% Map
Ebene B: Aus
Quelle: Grafik

Zeit auf dem Bildschirm: Nach Wahl des Benutzers max. 60 Sekunden
Audio: C-Mono
FX:
Übergang:
- Loch Caddy
- Geschichte des Platzes
- Zurück zur Auswahl



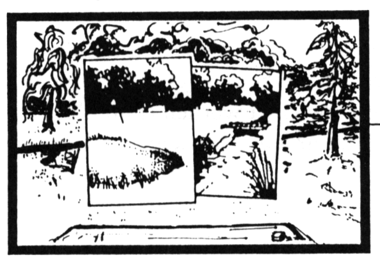
Sequenz: DYUV - 15. 100%
Ebene A: CLUT 7 Menü 20%
Ebene B: Loch-Module-15
Quelle: Grafik/Archiv-Foto

Zeit auf dem Bildschirm: Nach Wahl des Benutzers max. 30 Sekunden

Audio: C-Mono
FX: Vögel
Übergang:
-Spiele
-Pro Shop
-Geschichte des Platzes

Bild 6.4

CD-I Projekt Sport-Champion



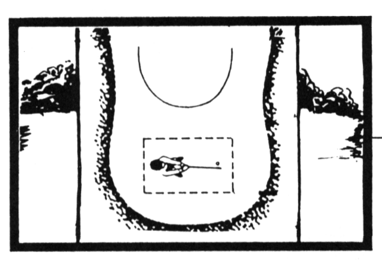
Sequenz: Pro Shop 15. Loch
Ebene A: 15-Abzweigung - 100%
Ebene B: Sandkuhle 50% Key
Quelle: Foto

Zeit auf dem Bildschirm: 5 Sekunden/Bild
Audio: C-Stereo, Begleitkommentar
FX: Atmosphäre
Übergang: Lineares Überblenden/ zurück zur Loch-Auswahl



Sequenz: Geschichte des Platzes
Ebene A: Nicklaus - 15% + 25%
Ebene B: CLUT 7 Erklärender Text
Quelle: Archiv-Foto / Grafik

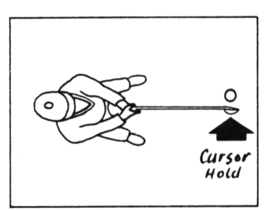
Zeit auf dem Bildschirm: 5 Sekunden/Bild
Audio: C-Stereo, Begleitkommentar
FX: Menschenmenge
Übergang: Lineares Überblenden/ zurück zur Lochauswahl



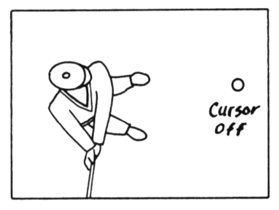
Sequenz: Lebhaftes Spiel
Ebene A: CLUT 3 Golfer
Ebene B: CLUT 7 15. Loch
Quelle: MPU-Software / Grafik

Zeit auf dem Bildschirm: Interaktion-max. 30 Sekunden
Audio: C-Mono Atmosphäre
FX: Stimmung / Menschenmenge
Übergang: Zurück, Text, DYUV-Bild

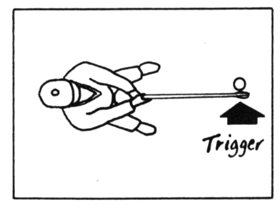
Bewegung des Golfspielers




Start Backswing



Start Foreswing



29 Ball-Kontakt

Bild 6.5

entsprechen (d.h. ob eine Szene ein Teil einer linearen Sequenz ist oder ob vom letzten Bild aus weiter verzweigt wird).

Als nächstes müssen für die Datenbank Fotos von den möglichen Positionen des Spielers angefertigt werden, von denen aus er die achtzehn Löcher erreichen kann. Weiterhin muß die interaktive Spielbewegung entwickelt werden (Bild 6.3).

Für jedes Spiel werden ca. 750 Fotos benötigt. Für jedes der achtzehn Löcher gibt es einen Abschlag zuzüglich fünf verschiedene Ansichten, alle 100 Meter entlang des «Fairways». Natürlich werden noch weitere Fotos von der grünen Umgebung gebraucht.

Die vorhandenen Fotos können auch für andere Informationen benutzt werden, z.B. über berühmte Golfspieler und Turniere auf dem Golfplatz.

Die Bildschirm-Layouts befinden sich hauptsächlich in der Hintergrundebene und werden als DYUV-Bilder codiert. Im Vordergrund bewegen sich die Grafiken des Menüs oder die Figur des Spielers (Bild 6.4, 6.5).

Die bewegliche Figur

Der Golfspieler ist eine bewegliche Figur, die durch den Mikroprozessor im CD-I-Player gesteuert wird (die Figur bleibt immer die gleiche, vor welchem Hintergrund sie auch spielt). Die Figur wird von oben betrachtet (Bild 6.6). Der Grund hierfür ist, daß die Leistung des Mikroprozessors für die interaktiven Möglichkeiten genutzt wird und nicht zur Darstellung einer komplexen Grafik. In diesem Beispiel bestimmt tatsächlich der Spieler den Flug des Balles, indem er den Schwung kontrolliert.

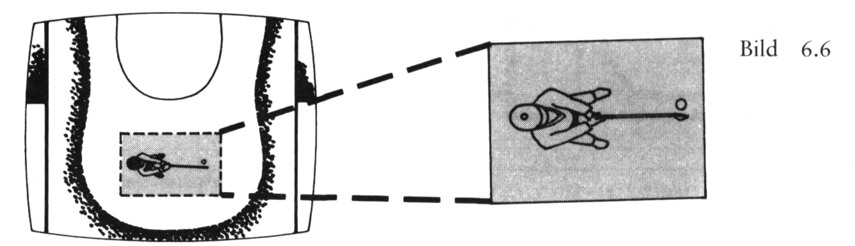


Bild 6.6

Der Golfspieler besteht aus einer 3-bit-CLUT-Grafik, die sich im Vordergrund bewegt. Im Hintergrund befindet sich die DYUV–Darstellung des «Fairway». Sie wechselt in eine 7-bit-CLUT-Grafik, die dann eine Luftaufnahme des Loches zeigt. Nach dem Schlagen des Balls wird die CLUT-Grafik vertikal aus dem Bild geschoben. Der Wechsel des Hintergrundbildes von DYUV in CLUT vermeidet Probleme, die sich sonst beim Scrolling des Bildes ergeben würden.

Bewegungsgrade des Golfspielers

Für den Golfspieler sind zwei Bewegungsgrade vorgesehen. Den ersten erreicht man, indem man den Cursor auf den Kopf des Spielers stellt und die entsprechende Taste am Eingabegerät gedrückt hält. Jetzt kann die Position der Füße verändert und damit die Richtung des Balles bestimmt werden (Bild 6.7).

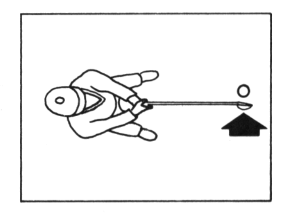
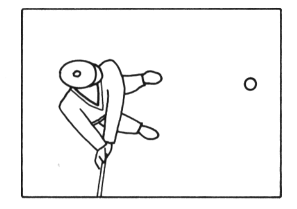
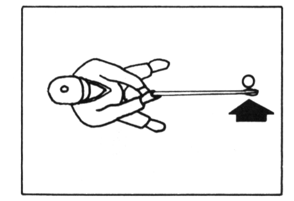




Bild 6.7

Der zweite Bewegungsgrad steuert den Ball. Liegt der Cursor auf dem Ball, und wird ein entsprechender Knopf am Eingabegerät gedrückt, wird der Rückschwung des Spielers betätigt. Beim Loslassen des Knopfes beginnt der Vorschwung. In dem Moment, in dem der Spieler sieht, daß der Schläger den Ball berührt, wird nochmals ein Knopf auf dem Eingabegerät gedrückt (Bild 6.8).

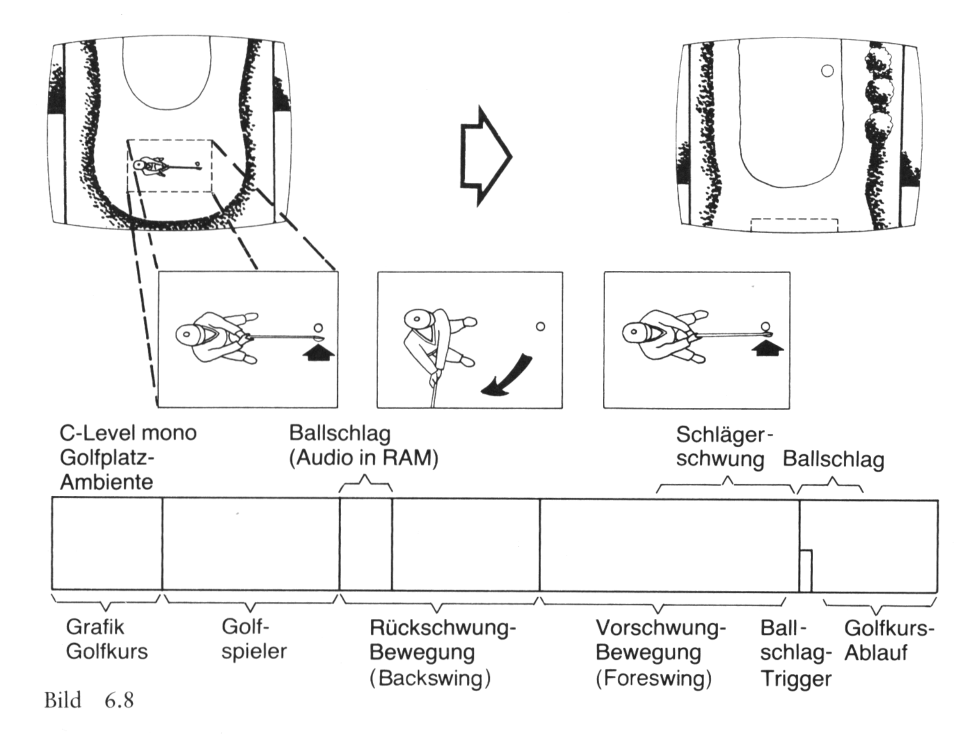


Bild 6.8

Dieser Zeitpunkt ist für den Spieler und den Programmentwickler sehr kritisch. Der Mikroprozessor muß jetzt verschiedene Berechnungen durchführen. Eine Berechnung ist die Richtung des Balles, die sich aus der Stellung der Füße des Golfers und aus dem Auftreffpunkt ergibt. Drückt man den Knopf zu früh, schlägt der Ball nach rechts, drückt man zu spät, schlägt der Ball nach links. Nur durch die Wahl des korrekten Zeitpunkts kann der Ball geradeaus geschlagen werden.

Eine weitere Berechnung ist die Fluggeschwindigkeit und die Länge des Fluges, die wiederum von der Wucht des Rückschwungs und dem verwendeten Schläger abhängt. Der Mikroprozessor kalkuliert diese Faktoren und zeigt den Ball, der als Drawmap im RAM gespeichert wurde. Der Ball wird entsprechend größer oder kleiner erscheinen. Die Geschwindigkeit des Scrolling ist mit der Geschwindigkeit des Balles gekoppelt, so daß ein schlechter Schlag den «Fairway» abseits verfehlen kann.

Audio

Für die Audiowiedergabe genügt ein Qualitätslevel C (Mono), solange es sich um Hintergrundgeräusche (Vogelgezwitscher u. ä.) handelt. Für spezielle Geräusche, wie den Schwung des Schlägers durch die Luft oder das Zusammenkommen des Schlägers mit dem Ball, wird eine andere Qualität verlangt. In diesem Fall werden vier Toneffekte als Soundmaps zu Beginn des Schwunges geladen. Die Effekte vermitteln das schneidende Geräusch der Luft und die Reaktion der Zuschauer, die je nach Erfolg oder Mißlingen aus Beifall oder einem Raunen bestehen kann.

Diese interaktive Bewegung, gekoppelt mit einem realistische Hintergrundton, kann natürlich für fast jeden Einzelkampfsport entwickelt werden.

Mord im Landhaus

Der Krimi ist als klassisches Spiel für eine CD-I-Anwendung gut geeignet. Die Kombination von Interaktivität und Multimedia bietet unendlich viele Möglichkeiten, den Zuschauer zu packen und zu überraschen. Bei der Ausgabe «Mord im Landhaus», die als Vorführband entwickelt wurde, fungieren ein oder mehrere Spieler als Detektive, die einen Mord aufzuklären versuchen. Der Computer wählt systemlos die Einzelheiten des Mordes, die sich mit jedem neuen Spiel ändern.

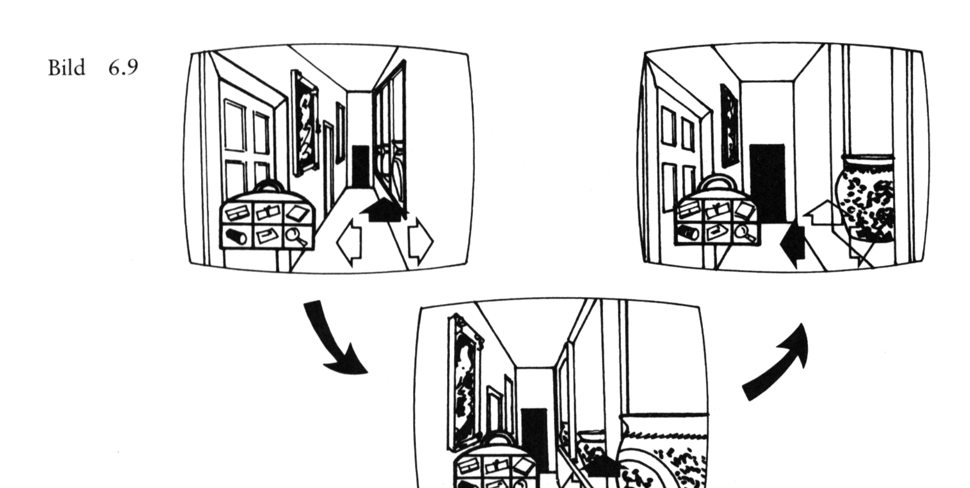
Surrogate Travel

Die Atmosphäre im Landhaus wird durch eine Technik erzeugt, die man als «Surrogate Travel» bezeichnet. Das Haus besteht aus zehn Zimmern zuzüglich der Flure, Einbauschränke und Treppen. In Augenhöhe wird mit einer Kamera eine Serie von Fotos des Hausinneren gemacht. Die Aufnahme folgen in bestimmten Abständen, um den Eindruck zu erwecken, man wandere durch jeden Winkel des Hauses (Bild 6.9).

Aus den Fotos entstehen einzelne DYUV-Bilder, die anschließend in der Hintergrundebene «geschnitten» werden, während sich der Detektiv im Haus bewegt. Vieles kann dem unachtsamen Detektiv in den schlecht beleuchteten Gängen widerfahren.

Die Bewegung des Detektives wird durch eine CLUT-Richtungsgrafik im Vordergrund kontrolliert. Durch Abtasten der Pfeile kann die Suchrichtung nach links, rechts oder geradeaus gelenkt werden.

Bild 6.9



Umgang mit der Disc-Kapazität

Beim Speichern vieler Fotos auf der Disc können Probleme mit dem Positionieren der Bilder auf der Disc entstehen. Für eine Bildersequenz werden die Bilder so aneinandergereiht, daß sich einzelne Schnitte schnell und geschmeidig ausführen lassen. Eine einfache Drehung des Detektivs könnte einen Sprung zu einer anderen Position auf der Disc verlangen. Deshalb ist bei der Aufteilung der Bildersequenzen darauf zu achten, daß eine Drehung des Detektivs immer am Anfang einer neuen Bildersequenz beginnt.

Icons

Die Suche des Detektives wird durch verschiedene grafische «Werkzeuge», die er in seiner «Werkzeugkiste» bereithält, unterstützt. Zu Beginn eines jeden Spiels wird dem Detektiv eine Auswahl an möglicherweise brauchbaren Werkzeugen angeboten; z.B. wäre ein Grundriß des Hauses (der über den Bildschirm eingeblendet werden kann) oder eine Taschenlampe brauchbar (siehe auch Bild 4.2).

Andere Werkzeuge könnten ein Kassettenrecorder für die Befragung von Zeugen, Zubehör zur Aufnahme von Fingerabdrücken, ein Notizblock oder sogar Hinweise sein, die im Laufe der Untersuchung gefunden werden. Wie in vielen anderen Abenteuerspielen ist es möglich, daß der Detektiv nicht alles auf einmal tragen kann und sich entscheiden muß.

Audio

Die Audioqualität ist bei diesem Spiel nicht sehr wichtig, aber sie könnte für einige Interviews und Spezialeffekte (knarrende Scharniere) gesteigert werden. Das Spiel könnte auch verschiedene Stufen der Interaktivität bieten, wie z.B. spezielle Toneffekte, die die Aufmerksamkeit auf bestimmte Hinweise lenken.

Popshow

Diese Anwendung dreht sich um Popmusik. Hier ist die Tonqualität der entscheidende Punkt. Die Popshow wird auf zwei Ebenen entwickelt. In der einen Ebene konzentriert man sich auf die Musik einer Band oder eines Künstlers. Die Qualität wird durch Level A (Stereo) bestimmt.

Die zweite Ebene ist eine Datenbank mit Details über den Hintergrund eines Stars, seine größten Erfolge, Tourneen usw.

Da der Audio-Qualitätslevel A 50 % der Kapazität des Datenkanals in Anspruch nimmt, ist die Entwicklung der begleitenden Bildschirmaufzeichnung sehr kritisch. Das ganze wird noch verstärkt, weil die Bildschirmdarstellung den Eindruck erwekken muß, sich im Tempo der Musik zu bewegen (Bild 6.10).



Bild 6.10

Partielle Bildschirm-Updates

Um das Programm dem Rhythmus anzupassen, wurde eine Darstellungsart gewählt, die der in Zeitschriften gleicht. Der Vorteil ist, daß sich die einzelnen Updates auf kleine Bildteile beschränken. Während ein Lied gespielt wird, wechseln die DYUV-Bilder auf verschiedenen Teilen des Schirms. Das Ganze entspricht einer Art Bildercollage zur Begleitung der Musik.

Verdecken der Einstellzeit

Wählt man eines der Menübilder aus, wird die Musik angehalten, und der Zuhörer wird in die verwandten Informationsgebiete geführt. Hier kann sich eine Bibliografie eines Künstlers oder eine Liste der Plattenhits befinden. Die Musik wird als Hintergrundton verwendet und die Qualität auf Level C reduziert. Die Grafiken oder DYUV-Bilder können jetzt eine größere Fläche auf dem Bildschirm einnehmen.

Der Transport von der Menüauswahl zu den spezifischen Informationen verlangt eine neue Positionierung des Abtastsystems auf der Disc. Um die Audiowiedergabe in Gang zu halten, bleibt das Abtastsystem aktiviert. Es werden einzelne Tonsequenzen wiedergegeben. Somit kann die Einstellzeit verdeckt werden.

Mitsingen

Popshows bieten die Möglichkeit zum Mitsingen. Während die Lieder ertönen, werden die Liedertexte Zeile für Zeile auf dem Bildschirm dargestellt.

Das «Zeitschriftenformat» des Bildschirms wird auch in diesem Fall beibehalten. Die gesamte Darstellung läßt sich noch interessanter gestalten, wenn im Hintergrund Ausschnitte aus Popvideos laufen, die bereits in digitaler Form vorliegen. Da der Zuhörer wahrscheinlich mitsingt und nicht genau hinhört, kann die Qualität nochmals auf Level C reduziert werden. Dadurch wird im Datenkanal nochmals Platz für vollbewegliche Videobilder und CLUT-Grafiken gewonnen.

Bildschirm-Proportionen

Die Vodergrundebene besteht aus einer 7-bit-CLUT-Grafik. In ihr ist die Textebene für das Scrolling mit einer Maske enthalten. Durch die Maske ist eine Mischung von DYUV- und CLUT-Bildern zum Hintergrund auf der anderen Ebene möglich.

Die zweite Ebene wird durch die Maske in zwei Subscreens geteilt. In der oberen Hälfte erscheinen das DYUV-Standbild und das bewegliche Video, in der unteren Hälfte erscheint als CLUT-Grafik der vorbeiziehende Text. Da ein Teil des Standbildes im DYUV-Subscreen ursprünglich ein CLUT-Bild war, ist die Nahtstelle zwischen den beiden Bildschirmhälften nicht wahrnehmbar.

Das Programm für das Scrolling auf der Vordergrundebene wird vorab im RAM gespeichert. Die Textzeilen befinden sich ebenfalls als Drawmap im RAM. Während des Programmablaufs werden das Teil-Update und der Ton direkt von der Disc gelesen. Die von der Disc gelesenen Daten werden mit dem Programm synchronisiert. Das gelesene Teil-Update nimmt 70 % der Kapazität des Datenkanals in Anspruch, das sind 119 KByte/s (170 KByte/s Grunddatenrate). Bei einem Bildwechsel von 15 Bildern/s wird jedes Bild eines Teil-Updates aus 8 K (NTSC) bzw. 9,5 K (PAL) aufgebaut. Bezogen auf die Gesamtgröße des Bildschirms, entspricht das ca. einem Drittel der Bidschirmfläche.

Für den Ton wird Qualitätslevel C benutzt, was 12 % des Datenkanals belegt.

Interaktivität für 1- bis 5jährige

Das Erkennen von Mustern, Wörtern und Ziffern stellt für alle Kinder unter 5 Jahren eine Anstrengung dar. Hier bieten CD-I-Programme wirksame und ansprechende Lernhilfen. Natürlich sind Eltern und Lehrer die wichtigsten Faktoren beim Lernen. Ein CD-I-Programm kann aber zusätzliche Übungen bieten.

Zur Erstellung solcher Lerngrafiken eignen sich farbkräftige 3-bit-CLUT-Bilder. Im Beispiel Bild 6.12 sitzt ein gelber Vogel auf einem Baum, der als 7-bit-CLUT-Bilder

im Hintergrund erzeugt wird. Ein 3-bit-CLUT-Subscreen, der im unteren Teil des Bildschirms erscheint, enthält drei Schattenrisse bekannter Tiere. Eines dieser Tiere entspricht dem Vogel auf dem Baum. Das Ziel der Übung ist, mit Hilfe eines großen Cursors die Bilder einander zuzuordnen (Bild 6.11).

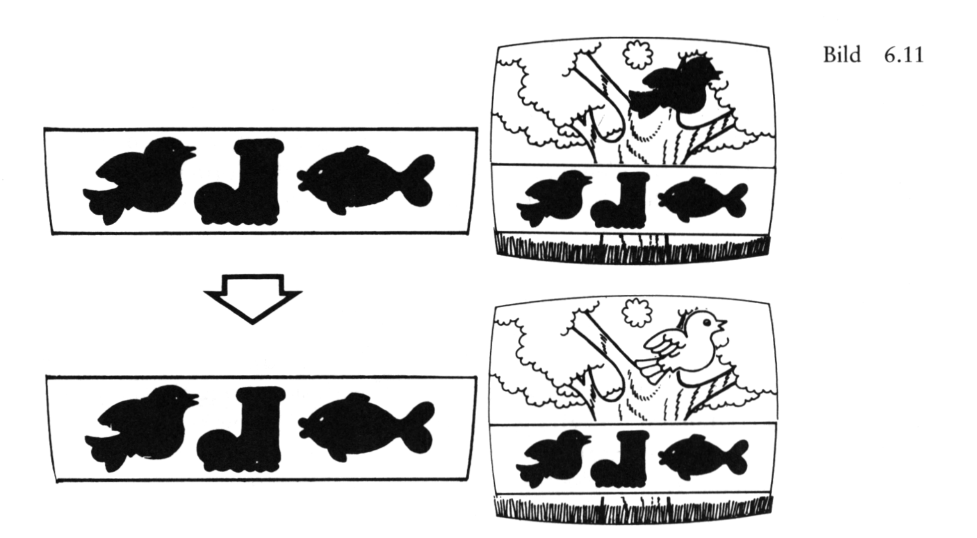


Bild 6.11

Der einfache Cursor ist für sehr junge Kinder gedacht die Koordinierungsschwierigkeiten haben. Die Form des Tieres ist als Piktogramm in einer Drawmap abgelegt. Befindet sich das Piktogramm an der richtigen Stelle des Bildes, muß eine dafür vorgesehene Taste gedrückt werden. Jedes Piktogramm wird aktiv, wenn der Cursor im Gebiet des Schattenrisses erscheint. Wird der entsprechende Knopf gedrückt, fängt der Vogel mit den Flügeln an zu schlagen und ein fröhliches Lied zu singen.

Die Tonqualität spielt in diesem Fall keine große Rolle. Eine Hintergrundmelodie mit Level C ist hier ausreichend. Zusätzlich können jedoch Toneffekte in Soundmaps abgelegt werden, um das Spiel interessanter zu gestalten.

In diesem Beispielprogramm wird die CD-I-Speicherkapazität nicht ausgenutzt, die Datenverarbeitung nicht überbeansprucht. Die Produktionskosten dürften gering bleiben.

Sprachlehrgang Französisch

Das CD-I-Programm «Sprachlehrgang Französisch» ist nach den üblichen Heim-Lehrmethoden aufgebaut, die Bücher und Audiocassetten benutzen. Zweck dieser Methoden ist es, die Sprache auf eine angenehme Weise zu erlernen und gleichzeitig etwas über die Kultur des jeweiligen Landes zu erfahren.

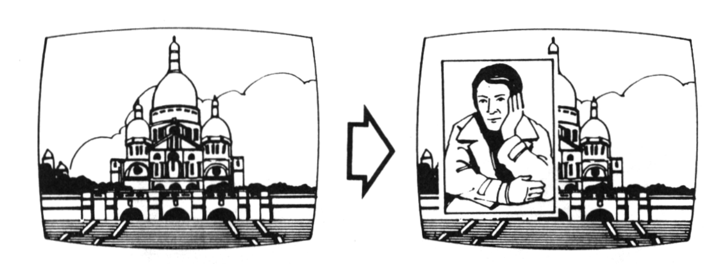
Der Sprachlehrgang hat u. a. folgende Leistungsmerkmale:

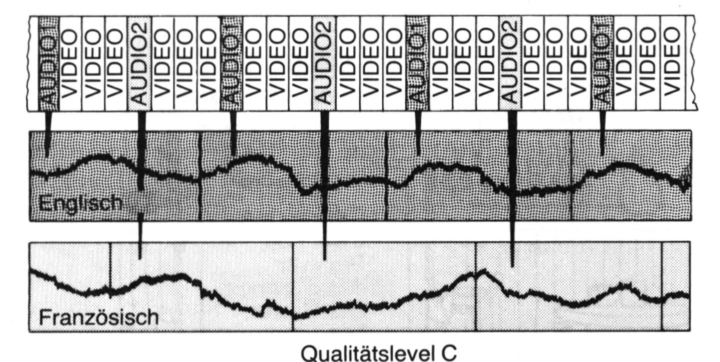
- □ Typische Konversation in Cafes, auf der Straße, am Bahnhof u. a.;
- □ Spezielle Redensarten für bekannte Situationen, die beim Geldwechseln oder beim Fragen nach dem richtigen Weg entstehen;
- □ Erlernen von neuen Vokabeln, indem man einzelne Objekte in einer Szene berührt;
- □ brauchbare Phrasen, die in einem beweglichen Notizbuch festgehalten werden;
- □ eine Datenbank mit Karten, Museenführer und andere Touristik-Informationen;
- □ Kommentare über Sehenswürdigkeiten.

Ein einziger Sprachlehrgang kann in verschiedenen Ländern erscheinen, da der Gebrauch von Qualitätslevel C bei Audio die gleichzeitige Codierung in vier oder fünf Sprachen erlaubt. Entsprechende Bildschirmtexte können auch problemlos zur Verfügung gestellt werden (Bild 6.12).

Ein fünfminütiges Essay über den Montmartre beginnt mit einem Begleit-Kommentar auf französisch. Hierbei kann der Schüler selbst entscheiden, ob er lieber auf eine andere Sprache umschalten möchte. Der Bildwechsel wird hiervon nicht beeinflußt.

Bild 6.12







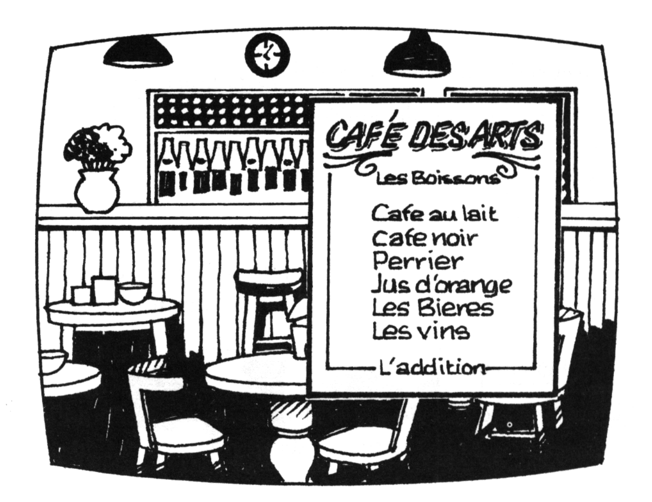


Bild 6.13

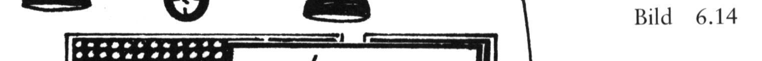


Bild 6.14

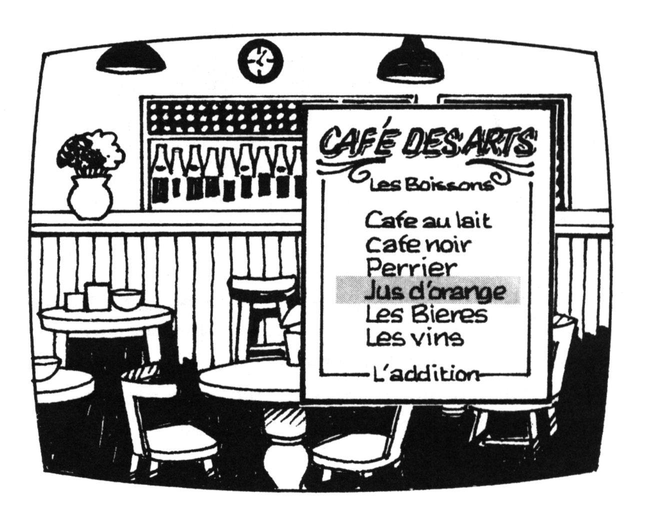


Bild 6.15

Einsatz von Chroma Key
Die Schüler erlernen neue Vokabeln durch Szenen, die typischen Konversationen entnommen sind. Die einzelnen Szenen können durch interaktive Menüs und über ein Computerprogramm gesteuert werden.

Alle Szenen werden durch vollbewegliche Videobilder in ⅔ Normalgröße dargestellt mit Hilfe einer zusätzlicher Software-Decodierung und Chroma Key. Die Schauspieler werden von einem einfarbigen Hintergrund aufgenommen, der im CD-I-Player über einen unbeweglichen DYUV-Hintergrund gelegt wird.

Echtzeit-Dramaturgie
Die Kellnerin kommt zum Gast, der dann fragt: «Was gibt es zu trinken?» Die Getränkeauswahl wird dem Schüler in Form einer 8-bit-CLUT-Grafik auf einem Bildschirm-Menü präsentiert (Bild 6.13). Die Kellnerin im Vordergrund wird hierbei mit einem Wipe durch die Grafik abgelöst. Der Schüler kann jetzt ein Getränk auswählen. Die Verzweigungen, die dem Schüler zur Verfügung stehen, um durch die vielen Möglichkeiten zu gelangen, werden durch einen Computerprogrammcode erreicht. Alle Antwortmöglichkeiten werden auf der Disc codiert. Jede dauert drei bis vier Sekunden.

Für das Getränke-Menü gibt es drei mögliche Abläufe:

1. Ablauf
   -Die Kellnerin fragt: «Was möchten Sie?»
   -Ein Menü mit sechs Möglichkeiten erscheint, und der Schüler wählt «Café au lait».
   -Erste Verzweigung, erste Wahl:
   Das System springt zum Beginn des Ablaufs «Café au lait».
   Gast: «Ich möchte Café au lait».
   Kellnerin: «Ein Café au lait, danke».
   -Die Kellnerin bestätigt die Bestellung des Gastes, und das gesamte Menü erscheint wieder.

In der nächsten Interaktion kann der Schüler (in der Rolle des Gastes) in einer neuen Szene erscheinen. Jetzt kann er z. B. mit der Kellnerin einige Bemerkungen austauschen.

2. Ablauf
   Mit dem gleichen Menü im Blickfeld, kann der Schüler neu entscheiden. Er wählt «Orangensaft».
   -Zweite Verzweigung:
   Jede Wahl (außer der ersten) ist möglich. Dem System springt zum Beginn des Ablaufs «Orangensaft».
   Gast: «Nein, ich glaube, ich nehme doch Orangensaft.»
   Kellnerin: «Ja, Sie möchten lieber Orangensaft.»

3. Ablauf

   In dieser Wahl macht der Schüler eine Bestätigung, indem er wieder Orangensaft wählt.

   Gast: «Ja, bitte.»

   Kellnerin: «Schön, ich bringe ihn sofort.»

   (Bild 6.15)

Der Schüler hat natürlich die Möglichkeit, alle sechs Auswahlpunkte des Menüs durchzuarbeiten, ohne die Geduld der geplagten Kellnerin zu strapazieren.

Alle wahlfreien Verzweigungen können auf der Disc nahe zueinandergelegt werden. Jeder Abschnitt enthält ca. sechs Doppelsätze, die ca. drei bis vier Stunden Echtzeit-Codierung beanspruchen.

Mit Hilfe einer einfachen Prozedur kann eine Auswahl aus dem Menü identifiziert und danach auf den ersten Sektor der entsprechenden Folge gesprungen werden.

Der Schüler könnte auch den letzten Menüpunkt auswählen und die Rechnung verlangen. In diesem Fall würde eine Grafik mit einem Begleit-Kommentar erscheinen. Weiterhin könnte der Gast einen Betrag reklamieren, wobei der reklamierte Betrag aufleuchtet.

Durch Anwahl eines Piktogramms (Geldschein) im Menü wird die Rechnung beglichen. Als Folge kann eine entsprechende Audio-Antwort hervorgerufen werden.

- Aus verschiedenen Währungen wählt der Gast eine aus und sagt: «Hier sind Francs.» Jede mögliche Antwort ist so kurz, daß alle Möglichkeiten für eine sofortige Beantwortung in RAM gespeichert werden können.

Die Piktogrammleiste (bestehend aus einer 3-bit-CLUT-Grafik) erlaubt den Zugriff auf verschiedene Hilfsmittel einer Lektion. Dazu gehören ein Reiseführer für Paris, ein Notizbuch – das mit Hilfe von Scrolling über den Bildschirm geschoben werden kann – und ein Wörterbuch mit Vokabeln.

Die Bilder 6.16 und 6.17 zeigen ein Flußdiagramm und ein Storyboard aus dieser CD-I-Anwendung. Aus der Storyboard-Seite geht eindeutig hervor, wie die Entwicklung der meisten Hauptfaktoren vonstatten geht und wie die prozentuale Aufteilung des Bildschirms erfolgt. Im unteren Teil werden die Übergänge angegeben, zu denen das Programm Verzweigungen bildet. Berücksichtigt sind lineare und interaktive Verzweigungen (Bild 6.18).

Das Flußdiagramm stellt eine Auswahl der Bilder dar. Es liefert die Grundelemente für die Anweisungen an den Software-Entwickler. Die genauen Verzweigungen der Auswahlmöglichkeiten können mehrmals geändert werden, bis die endgültige Version erfolgreich läuft.

TITLE: Bienvenue a Paris		Sheet: 8.17
NTSC	Normal/Double	Producer:
Section: Dialog	Sequence: Cafe- Getränke	

cursor	off	on	



CLUT 8	
CLUT 7	
CLUT 4	
CLUT 3	
RL 7	
RL 3	
CYUV	

Ebene A

Visual: Bewegtes Video

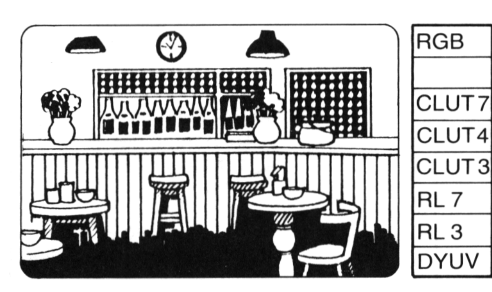
Update: 15/ Sekunden

% screen: 36%

Kunde + Bedienung

Source: Chroma Key Studio

backdrop	off	on	



RGB	
CLUT 7	
CLUT 4	
CLUT 3	
RL 7	
RL 3	
DYUV	

Ebene B

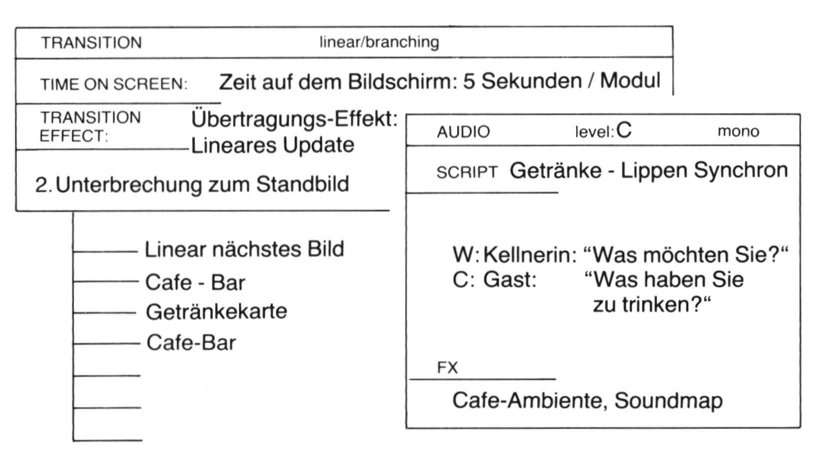
Visual: Standbild (Foto)

Update: Halten

%screen: 100%

Cafe - Hintergrund

Source: Kommission



TRANSITION	linear/branching
TIME ON SCREEN:	Zeit auf dem Bildschirm: 5 Sekunden / Modul

TRANSITION EFFECT: Übertragungs-Effekt: Lineares Update

2. Unterbrechung zum Standbild

- Linear nächstes Bild
- Cafe - Bar
- Getränkekarte
- Cafe-Bar

AUDIO level: C mono

SCRIPT Getränke - Lippen Synchron

W: Kellnerin: "Was möchten Sie?"
C: Gast: "Was haben Sie zu trinken?"

FX

Cafe-Ambiente, Soundmap

Bild 6.16

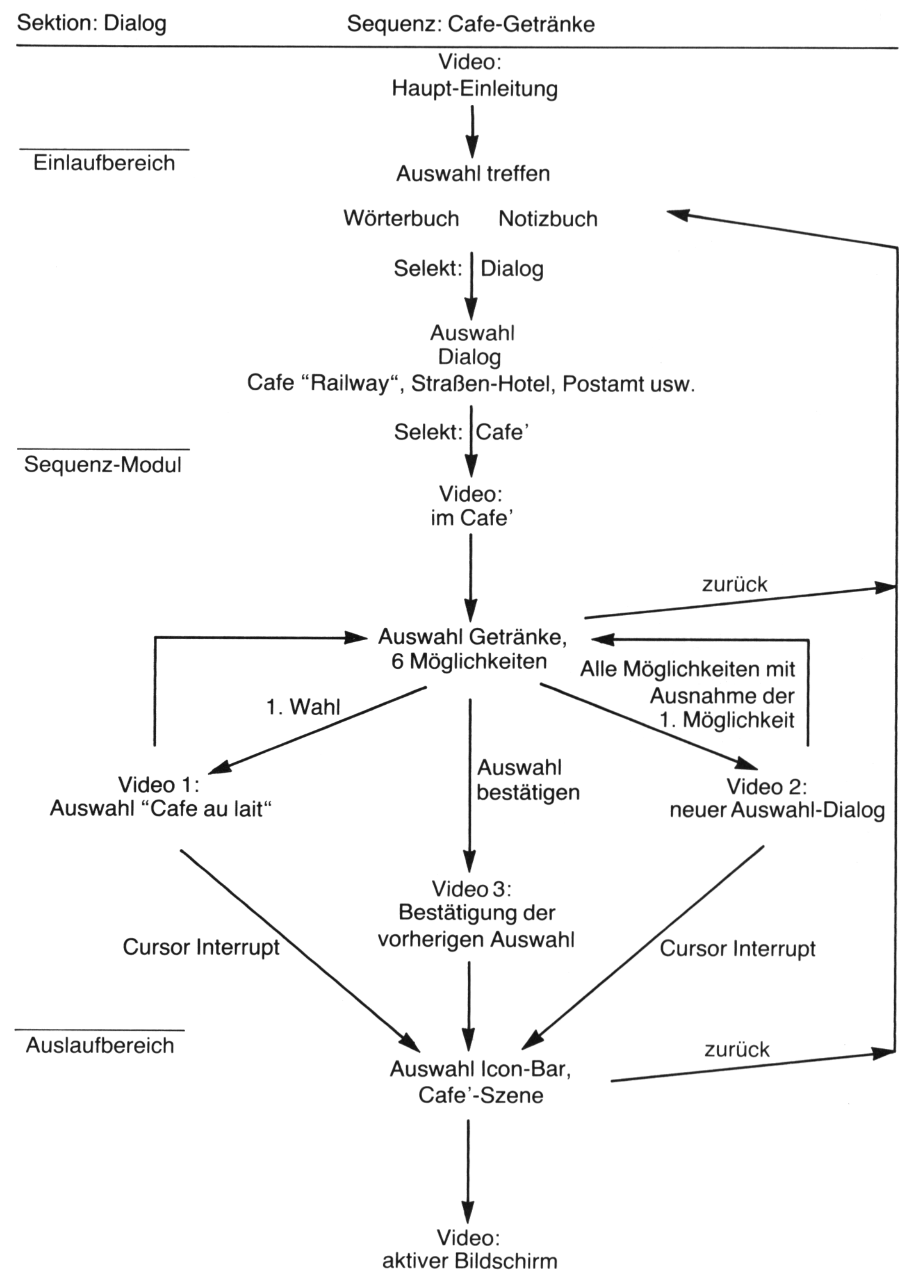
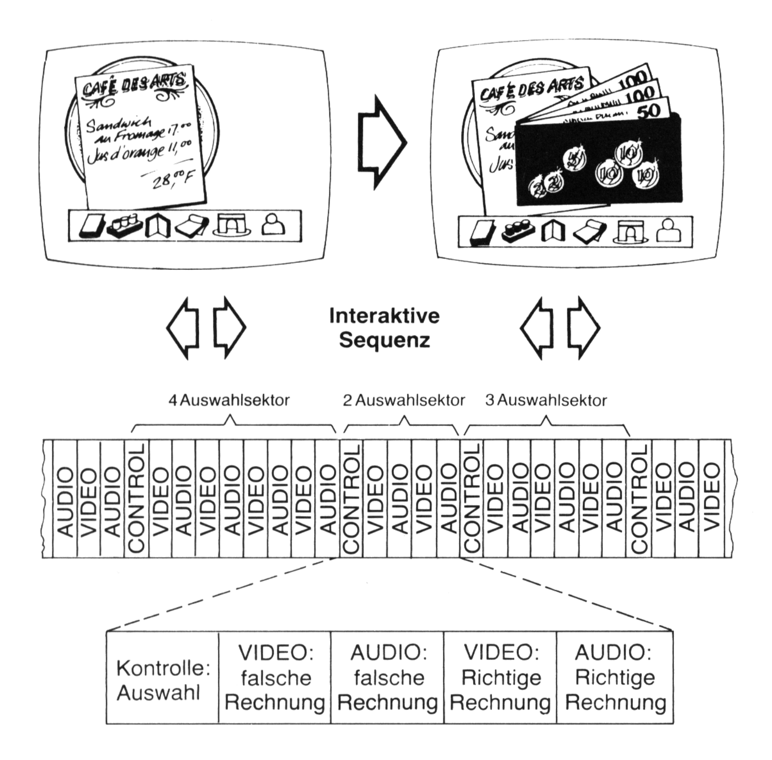

CD-I Projekt-Titel
Sektion: Dialog
Sequenz: Cafe-Getränke
Video:
Haupt-Einleitung
Einlaufbereich
Auswahl treffen
Wörterbuch Notizbuch
Selekt: Dialog
Auswahl
Dialog
Cafe "Railway", Straßen-Hotel, Postamt usw.
Selekt: Cafe'
Sequenz-Modul
Video:
im Cafe'
zurück
Auswahl Getränke,
6 Möglichkeiten
Alle Möglichkeiten mit
Ausnahme der
1. Möglichkeit
1. Wahl
Video 1:
Auswahl "Cafe au lait"
Auswahl
bestätigen
Video 2:
neuer Auswahl-Dialog
Video 3:
Bestätigung der
vorherigen Auswahl
Cursor Interrupt
Cursor Interrupt
Auslaufbereich
Auswahl Icon-Bar,
Cafe'-Szene
zurück
Video:
aktiver Bildschirm

Bild 6.17

Bild 6.18



CAFÉ DES ARTS
Sandwich au Fromage 17,00
Jus d'orange 11,00
28,00 F
Interaktive Sequenz
4 Auswahlsektor
2 Auswahlsektor
3 Auswahlsektor
AUDIO
VIDEO
AUDIO
CONTROL
VIDEO
AUDIO
VIDEO
AUDIO
VIDEO
AUDIO
VIDEO
AUDIO
CONTROL
VIDEO
AUDIO
VIDEO
AUDIO
CONTROL
VIDEO
AUDIO
VIDEO
AUDIO
VIDEO
AUDIO
CONTROL
VIDEO
AUDIO
VIDEO
Kontrolle: Auswahl
VIDEO: falsche Rechnung
AUDIO: falsche Rechnung
VIDEO: Richtige Rechnung
AUDIO: Richtige Rechnung

7 Wie funktioniert CD-I?

Dieses Kapitel erläutert die im «Green Book» festgehaltenen System-Spezifikationen und beschreibt die technischen Aspekte des CD-I-Systems im Detail.

Der Leser erfährt Einzelheiten über die Disc-Struktur, den Datenaufbau und die Entwicklung eines typischen CD-Decoders. Eine kurze Abhandlung über das Betriebssystem CD-RTOS schließt das Kapitel ab.

Disc-Struktur

Alle Daten sind so auf der CD-I organisiert, daß eine Kompatibilität mit herkömmlichen CD-DA-Playern und Discs besteht. Im Gegensatz zur CD-ROM-Spezifikation, die nur die Aufteilung der Disc in einzelne Sektoren festlegt, richtet sich das CD-I-System nach der erfolgreichen CD-DA-Spezifikation.

Die Datenorganisation auf der CD-I

Die CD-I hat eine Speicherkapazität von ca. 650 MByte, unabhängig von der Art der gespeicherten Daten. Wie alle anderen Disc-Formate (CD-DA, CD-Video und CD-ROM) ist die CD-I ebenfalls in einen Einlaufbereich (Lead In), Programmbereich (Program Area) und einen Auslaufbereich (Lead Out) aufgeteilt. Der Programmbereich kann mit maximal 99 verschiedenen Programmtiteln (Tracks) belegt werden. Jeder Programmtitel ist von 1 bis 99 numeriert. Da eine CD-I auch CD-DA-Titel enthalten kann, muß der erste Titel immer eine CD-I-Anwendung enthalten. Alle CD-DA-Titel auf der CD-I müssen diesem ersten CD-I-Titel folgen. Jeder Titel kann eine beliebige Länge zwischen 4 Sekunden und der maximalen Speicherkapazität haben.

Im Gegensatz zu reinen Musikinformationen auf der CD-DA können die Daten bei jeder CD-Anwendung in zwei verschiedene Betriebsarten (Modes) aufgenommen werden. Im Mode 1 besteht die zusätzliche Möglichkeit einer separaten Fehlerkorrektur. Die Anwendung von Mode 1 ist immer dann angebracht, wenn die aufzunehmenden Daten hochsensibel gegenüber Störungen sind, z. B. Computerdaten (Mode 1 wird im CD-ROM-System verwendet).

Mode 2 ist für Informationen aus Audio- und Videodaten geeignet, die gegenüber Fehlern nicht so anfällig sind. Innerhalb von Mode 2 werden im CD-I-System nochmals 2 unterschiedliche Formen (Form 1 und Form 2) definiert. Bei der Anwendung von Mode 2/Form 1 besteht ebenfalls die Möglichkeit einer zusätzlichen Fehlerkor-

rektur für sensible Daten. Alle CD-I-Informationen werden mit Mode 2 aufgenommen.

Die Titelorganisation, die für alle CD-Systeme Pflicht ist, geht aus Bild 7.1 hervor. Der Anfang des Programmbereichs (1. Titel) beginnt mit 166 Sektoren, die nur CD-DA-Informationen enthalten.

Als zweiter Block folgt die Information des Disc-Labels (wird später beschrieben). Anschließend folgen weitere 2 250 Informations-Sektoren (oder 30 Sekunden Spielzeit) und dann die CD-I-Daten. Zwischen dem Ende der CD-I-Daten und einem evtl. folgenden Audiotitel müssen weiter 2 250 Informations-Sektoren vorhanden sein.

Die eingefügten Informations-Sektoren werden zum Schutz von CD-DA-Playern benötigt, die CD-I abspielen. Dadurch wird verhindert, daß bestimmte Dateninhalten den CD-DA-Player oder andere angeschlossene Audiogeräte beschädigen.

Das Disc-Label

Die Informationen für das Disc-Label werden mit Mode 2/Form 1 aufgenommen, d. h., für diese Information wird ein eigener Fehlerschutz benötigt. Die Informationen im Disc-Label enthalten Angaben über den Dateninhalt und die Datengröße, den Hersteller usw. Mit Hilfe des Disc-Labels ist ein Zugriff auf die Daten und auf die Position einzelner Softwaremodule möglich. Das Disc-Label ist nach dem Suchbaum-Prinzip aufgebaut und wird beim Beginn einer Abtastung in das System geladen.

Das Disc-Label muß sich selbstverständlich im ersten Titel befinden (Bild 7.1). Es besteht aus drei Datenblöcken, dem «File Structure Volume Descriptor», dem «Boot-Datensatz» und dem «Terminator-Datensatz».

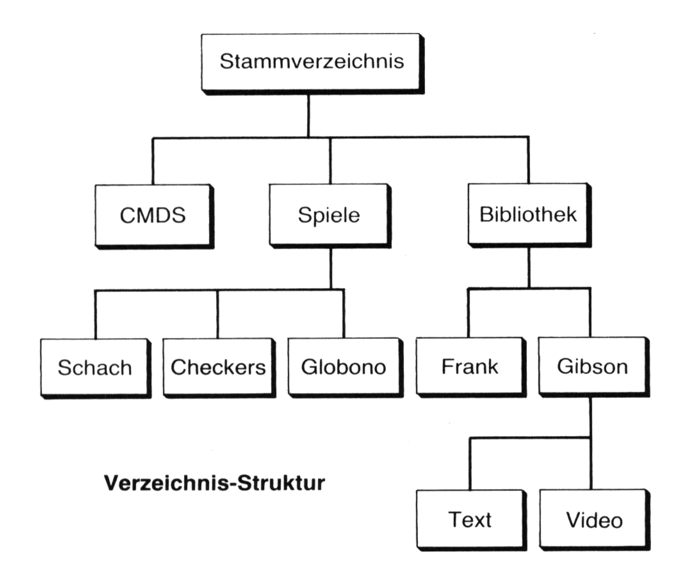
	Programmtitel 1				Programmtitel 2		
Einlauf-bereich	166 Mitteilungs-sektor	DISC-Label	2250 Mitteilungs-sektor	CD-I Daten	2250 Mitteilungs-sektor	CD-DA	Auslauf-bereich

Bild 7.1

Die Bilder 7.2 und 7.3 geben einen Überblick über den Aufbau des Disc-Labels und die Struktur der über Suchpfade verknüpften Inhaltsverzeichnisse (Directories). Jeder Eintrag enthält folgende Felder:

- ☐ Position der einzelnen Directories
- ☐ Directory-Name der Mutterdatei
- ☐ Directory-Name

Bild 7.3



Verzeichnis-Struktur

Bild 7.2

Relative Position	Mutterdatei Nummer	Directory-Name
1	1	Stammverzeichnis
2	1	CMDS
3	1	Spiele
4	1	Bibliothek
5	3	Checkers
6	3	Schach
7	3	Globono
8	4	Frank
9	4	Gibson
10	9	Text
11	9	Video

Datensätze

Alle Daten auf der CD-I befinden sich in Datensätzen. Durch den Suchpfad ist ein direkter Zugriff auf jeden Datensatz möglich. Jeder Datensatz wird durch eine Dateibezeichnung gekennzeichnet. Die Dateibezeichnung enthält den Namen der Datei, die Dateinummer, Angaben über die Größe der Datei, die Adresse sowie Angaben für den Dateizugriff. Einzelne Datensätze können auf der Disc verschachtelt angeordnet sein. Es ist deshalb nicht notwendig, daß eine Datei beendet wird, bevor die nächste Datei beginnt.

Es gibt verschiedene Dateitypen, z. B. eine Directory-Datei, eine Echtzeit-Datei und eine Standard-Datei.

CD-I-Sektoren

Alle Daten einer CD-I werden auf einzelne Sektoren aufgeteilt. Diese Sektoren haben Ähnlichkeit mit den Sektoren im CD-ROM-Format, sind aber nicht mit ihnen identisch. Im CD-I-System enthalten diese Sektoren zusätzlich entweder Video- oder Computerdaten, die wichtige Informationen für die Echtzeitverarbeitung speichern (ein CD-I-Sektor entspricht einem Frame im CD-DA-System). In einer Sekunde werden 75 Sektoren von der CD-I gelesen.

CD-I-Sektoren-Format

Jeder Sektor hat eine Gesamtlänge von 2352 Byte und, abgesehen von den Synchronisationszeichen, einen Header und einen Subheader. Der Header liefert Informationen über die Sektoradresse in einer Unterteilung von Minuten, Sekunden und 1/75 Sekunde. Im Header befinden sich auch Angaben über den Aufnahmemodus, bei CD-I-Applikationen immer Mode 2. Der Subheader enthält Informationen über die Art der Daten (Audio-, Video- oder programmbezogene Daten).

Während der Aufnahme mit Mode 2/Form 1 sind in den Sektoren 2048 Byte für Benutzerdaten und 280 Byte für Fehlerkorrekturmaßnahmen verfügbar. Während der Aufnahme mit Mode 2/Form 2 befinden sich in allen Sektoren 2324 Byte Benutzerdaten. Da hier keine besonderen Maßnahmen zur Fehlerkorrektur getroffen werden, eignen sich diese Sektoren nur für die Aufnahme von weniger sensiblen Daten. Zur Korrektur der Fehler, die die Funktion des Players nicht stören, können normale Fehlerverdeckungstechniken eingesetzt werden. So kann eine fehlende Linie oder ein fehlendes Pixel in einem Videobild durch eine angrenzende Linie oder ein Nachbar-Pixel ersetzt werden (Bild 7.4).

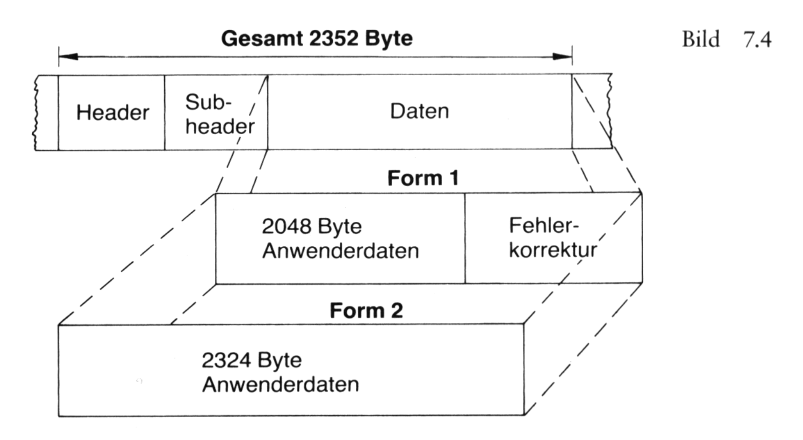
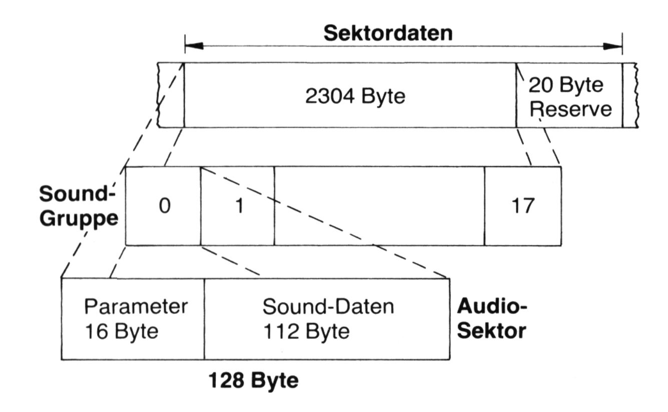


Bild 7.4

CD-I-Audiosektoren

Audiodaten werden im CD-I-Format mit Mode 2/Form 2 aufgenommen. Die Daten werden in Echtzeit-Datensätzen gespeichert. Im Subheader befinden sich Informationen über eine Pre-Emphasis, die Quantisierung, die Samplingfrequenz und eine Angabe, ob die Audioinformation in Stereo oder Mono vorliegt (Bild 7.5).


Bild 7.5



Jeder Sektor besteht aus 2 304 Byte zuzüglich 20 Byte. Weiterhin wird jeder Sektor in 18 Gruppen zu je 128 Byte aufgeteilt. Die 128 Byte einer Gruppe teilen sich in 16 Byte für die Tonparameter und 112 Byte für die Musikinformation auf. Die Tonparameter bestehen aus Bereichs- und Filterparametern, damit jede Gruppe optimal decodiert werden kann.

Wie aus Bild 7.6 hervorgeht, werden die Audiosektoren mit den anderen Sektoren verschachtelt. Für eine Echtzeit-Wiedergabe mit Level A erfolgt die Verschachtelung der Audiosektoren wechselweise mit anderen Datensektoren (Audiosektoren, 0, 2, 4, 6...). Bei einer Audiowiedergabe mit Level C (Mono) reicht es aus, wenn nur mit jedem 16. Sektor eine Audioinformation erscheint.

Bild 7.6

Sektornummer

Pegel		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Level A	S	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
	M	X	O	O	O	X	O	O	O	X	O	O	O	X	O	O	O	X
Level B	S	X	O	O	O	X	O	O	O	X	O	O	O	X	O	O	O	X
	M	X	O	O	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O	X
Level C	S	X	O	O	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O	X
	M	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X

▒ **Audiosektor**

CD-I-Videosektoren
Die Videodaten werden im CD-I-System ebenfalls mit Mode 2/Form 2 aufgezeichnet. Die Datensätze sind vom Echtzeit-Typ. Die in den Video-Sektoren enthaltenen Informationen bestehen aus

- der Auflösung (normal, doppelt oder hoch)
- der Codierungsmethode (DYUV, CLUT usw.)
- einer Zeilenkennung (gerade oder ungerade) zur Fehlerverdeckung

Die Videodaten werden direkt in einen Speicher übertragen und im Videoprozessor decodiert.

DYUV-Bilder
Jedes Pixel-Paar wird von 2 Byte (16 bit) dargestellt. Bild 7.7 zeigt die Organisation der Daten. DY, DU und DV stellen die differentialen Werte (Delta-Werte) des Helligkeits- und der Farbsignale dar. Jedes 4-bit-Wort wird in einen 8-bit-Wert umgewandelt (0 bis 255) und zum vorangegangenen Wert addiert. Um eine Fehleranhäufung zu vermeiden müssen bei der Berechnung der Delta-Werte die Quantisierungsfehler mit einbezogen werden.

DU	DY_1	DV	DY_2
4 bit	4 bit	4 bit	4 bit

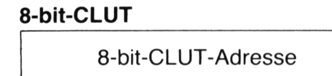
Bild 7.7

CLUT-Bilder
Zur Darstellung eines CLUT-Bildes gibt es mehrere Möglichkeiten. Die CLUT-8-Möglichkeit erlaubt es, 256 verschiedene Farben zu definieren. CLUT-7 oder 7-bit-CLUT bietet 128 Farben, also eine normale Auflösung. Für eine doppelte Auflösung stehen nur CLUT-4-Bilder zur Verfügung, allerdings in einer Zeile doppelt so viele Pixel wie bei der normalen Auflösung. Dies kann besonders bei Text-Darstellungen mit komplexen Schriftzeichen vorteilhaft sein (Bild 7.8). Ein Pixel in einem CLUT-Bild wird durch ein Byte dargestellt. Bei doppelter Auflösung werden zwei Bytes für ein Pixel-Paar verwendet.

RGB-5:5:5-Bilder
Bei einer RGB-5:5:5-Darstellung werden beide Banken separat codiert (Bild 7.9).

Run-Length-Code-Bilder
Bei Bildern mit normaler Auflösung werden 2 Byte zur Festlegung der ersten Farbe benutzt (die Farbe wird aus der vorgewählten CLUT-Tabelle entnommen). Anschließend wird die Anzahl der Pixel bestimmt, die mit der ausgewählten Farbe dargestellt werden sollen. Bei einer doppelten Auflösung werden die Pixel-Paare zusammendefiniert (Bild 7.10). Run-Length-Bilder sind mit 7 bit (normal) oder 3 bit (doppelt) codiert.

8-bit-CLUT



7-bit-CLUT

0	7-bit-CLUT-Adresse

4-bit-CLUT

4-bit-CLUT-Adresse pixel 1	4-bit-CLUT-Adresse pixel 2

Bild 7.8

Oberer RAM-Bereich

T	Rot	Grün (obere Bits)
1 bit	5 bit	2 bit

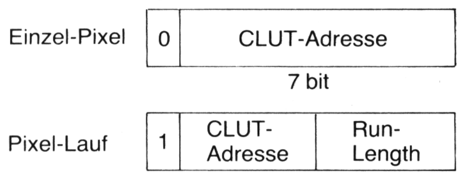
Unterer RAM-Bereich

Grün (low bits)	Blau

T= Transparent-Bit

Bild 7.9

7-bit Run-Length



3-bit Run-Length

Pixel-Paar	0	CLUT-Adresse	1	CLUT-Adresse
		3 bit		3 bit

Run of Pixel Pairs

1	CLUT-Adresse	0	CLUT-Adresse	Run-Length

Bild 7.10

Programmrelevante Daten

Programmrelevante Daten werden immer mit Mode 2/Form 1 aufgezeichnet, da sie einen größeren Schutz gegen Datenfehler brauchen. Die programmrelevanten Daten können im CD-I-System zu Anwendungsprogrammen gehören oder aus Kontroll-, Text- oder Schriftdaten bestehen. Je nach Anwendung können sie für Echtzeit- oder Nicht-Echtzeitbetrieb vorgesehen sein.

Echtzeitsektoren besitzen in der Regel noch zusätzliche Kontroll- und Synchronisationsdaten, die mit den Audio- bzw. Videosektoren verbunden sind.

CD-I-Decoder

Ein CD-I-Decoder muß so angelegt sein, daß alle Discs abgespielt werden können; d. h., einige spezielle Decoderteile sind bei allen CD-Systemen gleich.

Die CD-I-Spezifikation definiert die Mindestbedingungen, den ein spezieller CD-I-Decoder erfüllen muß. Bild 7.11 zeigt ein Blockdiagramm eines solchen Decoders. Im einzelnen besteht ein Decoder aus folgenden Baugruppen:

- ☐ Compact-Disc-Player mit CD-DA-Decoder und -Controller. (Diese Baugruppen sind mit denen heutiger CD-Player identisch.)
- ☐ Audioprozessor mit ADPCM – Decoder und Abschwächer.
- ☐ CD-Controller, der einen wahlfreien Zugriff auf eine CD-I ermöglicht und eine Echtzeit-Decodierung der Sektoren ausführen kann.
- ☐ Microprozessor.
- ☐ DMA-Controller.
- ☐ Videoprozessor mit Zugriffs-Controller.
- ☐ RAM-Speicher.
- ☐ Nichtflüchtiger RAM-Speicher.
- ☐ Uhr-Baustein mit Kalender.
- ☐ X-Y-Eingabegerät.
- ☐ Optional anschließbare Tastatur.
- ☐ ROM-Speicher mit eingespeichertem CD-RTOS-Betriebssystem.
- ☐ Systembus.

Ergänzend sind zum Basisdecoder eine Reihe von Erweiterungen möglich, wie z. B. ein hochauflösender Videomonitor, Drucker und Modem (Bild 7.11).

Das CD-Laufwerk

Das CD-Laufwerk erlaubt den Zugriff auf jede Stelle der spiralförmig verlaufenden Spur der CD-I. Die Zugriffszeit beträgt höchstens 3 Sekunden. Laufwerk-Kontrollfunktionen wie PAUSE, PLAY, STOP und EJECT sind möglich. Der CD-DA-Decoder decodiert die Daten der CD-DA und gibt die Audiodaten für links/rechts als 16-bit-PCM-Signal an eine Audio-Prozessoreinheit ab. Der CD-DA-Decoder verfügt auch über eine Fehlerkorrektur-Möglichkeit, die aber auch zur Korrektur von einfachen Fehlern in CD-I-Sektoren verwendet werden kann.

Der CD-Controller steuert die Auswahl der benötigten Datenausgabekanäle (Kanäle 1 bis 16 für Audio und 1 bis 32 für Video). Im CD-Controller erfolgt ebenfalls das De-Interleaving (Entschachteln) der einzelnen Sektoren und eine Selektion der Datensätze. Hierzu werden die Informationen im Subheader des Sektors verwendet (Bild 7.12).

Hier soll vermerkt sein, daß ein CD-Laufwerk mit einem CD-DA-Decoder und einem Controller in der Lage ist, sowohl CD-DA als auch CD-I abzuspielen.

Der CD-DA-Decoder gibt nur die PCM – Daten an eine angeschlossene Audio-Prozessoreinheit ab. Der CD-Controller erlaubt die Abgabe von CD-I-Daten, ADPCM – Daten und Audio-/Videodaten an eine weitere Einheit. Der CD-Control-

Ausstattung eines CD-I-Basisdecoders

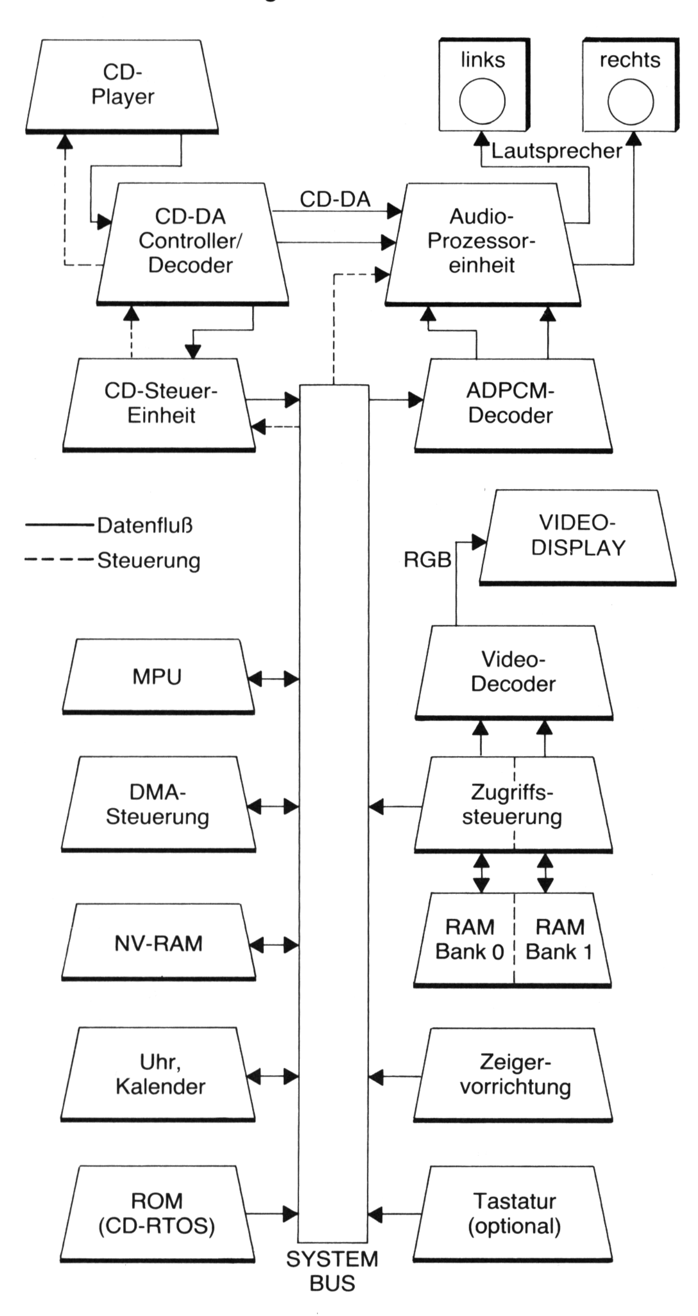


Bild 7.11

ler kann aufgrund der Subheader-Information den Datentyp erkennen und die Daten entsprechend weiterleiten. So können z. B. Audiodaten direkt zum Audioprozessor geführt und Videodaten direkt in den Speicher weitergeleitet werden. Durch das De-Interleaving ist sichergestellt, daß die Datentypen die richtigen Wege erreichen.

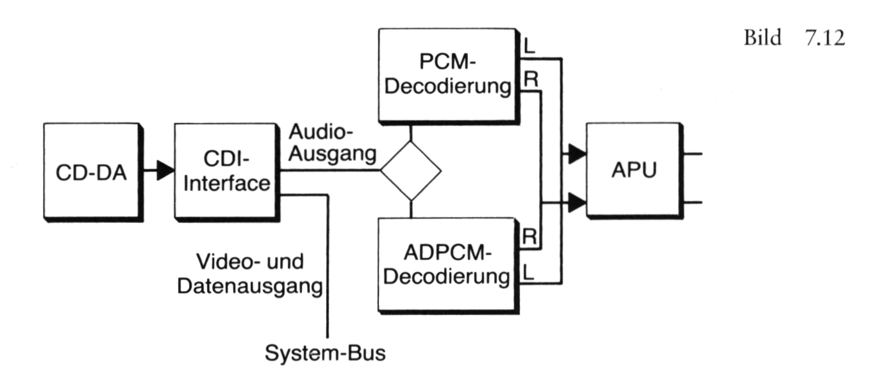


Bild 7.12

Audioprozessor

Der Audioprozessor umfaßt einen ADPCM–Decoder und die Audioprozessoreinheit. Dem ADPCM–Decoder werden die Daten direkt vom CD-Controller oder vom Speicher aus zugeführt. Im ADPCM–Decoder können Audiodaten mit Level A, B und C entschlüsselt werden. Die ausgegebenen Daten bilden die Audioinformation für den linken und den rechten Stereokanal (Bild 7.13).

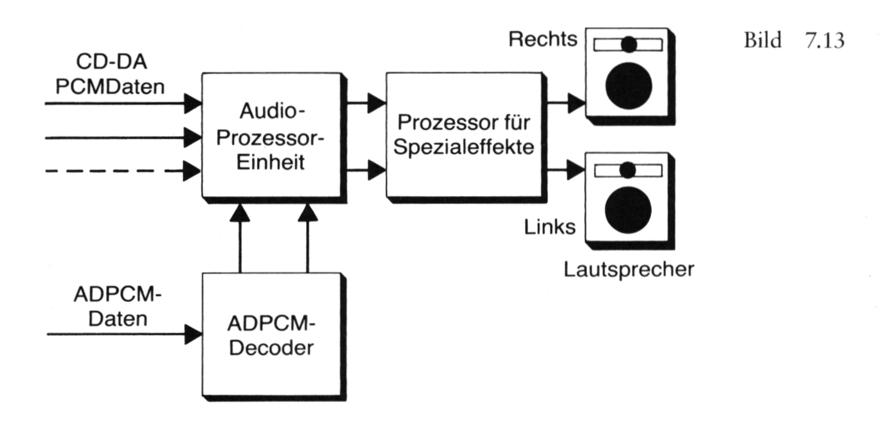


Bild 7.13

Die Audio-Prozessoreinheit

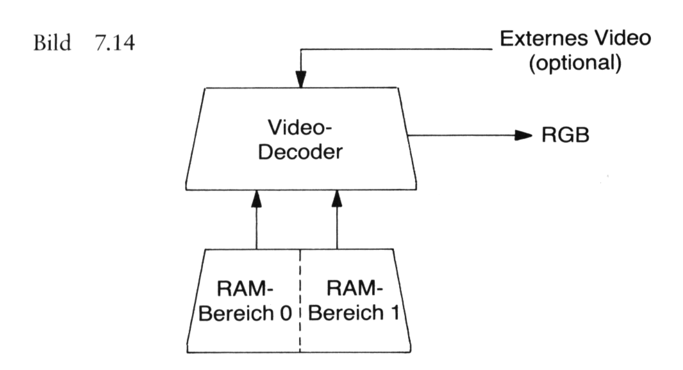
Die gesamten Audiodaten durchlaufen die Audio-Prozessoreinheit (APU). Die APU verhält sich wie ein herkömmliches Audio-Mixer-System mit zwei Eingangs- und zwei Ausgangskanälen. Damit kann das Stereo- oder das Mono-Audiosignal nach vier verschiedenen Möglichkeiten gemischt werden.

In der APU kann außerdem die Lautstärke jedes Kanals einzeln variiert werden. Somit lassen sich einzelne, auf der Disc gespeicherte Tonsequenzen durch eine Software steuern. Ohne APU müßten alle Audioeffekte auf der Disc gespeichert werden, was eine größere Speicherbelegung zur Folge hätte.

Videoprozessor

Der Videoprozessor enthält einen Zugriffs-Controller und den Videodecoder. Mit Hilfe des Zugriffs-Controllers wird der Datenverkehr auf dem Systembus zwischen Videodecoder und RAM gesteuert. Der RAM selbst ist in die zwei Bereiche 0 und 1 aufgeteilt (Bild 7.14). Bereich 0 enthält die Informationen für die Bildebene A, Bereich 1 die Informationen für die Bildebene B. Zusätzlich befindet sich im RAM Speicherplatz zum Ablegen von einzelnen Soundmaps und Systemdaten.

Bild 7.14



Der Videodecoder ermöglicht die Decodierung der verschiedenen digitalisierten Videodaten. Bild 7.15 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Videodecoders. Im einzelnen sind im Videodecoder zwei Echtzeitdecoder enthalten, von denen jeder die Information einer Bildebene decodieren kann.

Der Echtzeitdecoder 0 kann DYUV-, CLUT-, RGB- und Run-Length-Bilder umwandeln. Der Echtzeitdecoder 1 kann keine RGB-Bilder decodieren, da für diese Codierungstechnik beide Decoder benutzt werden.

Der Ausgang jedes Decoders hat eine Wortbreite von 8 bit, jeweils für Rot, Grün und Blau. Bei einer DYUV-, einer CLUT- und einer Run-Length-Bildinformation hat jeder Decoderausgang eine Wortbreite von mindestens 6 bit für jede Komponente. Eine RGB-5:5:5-Decodierung liefert am Decoderausgang für jede Komponente nur die 5 notwendigen MSB. Die drei LSB werden auf 0 gesetzt.

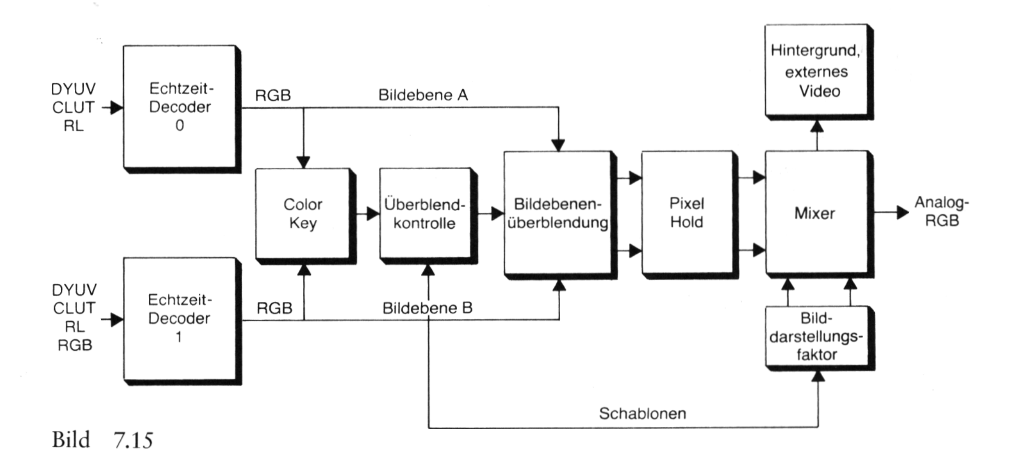


Bild 7.15

Beide Bildebenen können in beliebiger Reihenfolge überblendet werden. Weiterhin sind Color-Key-, Schablonen- (Matte) und Transparent-Effekte möglich. Für jede Bildebene ist eine separate Steuerung der Bildhelligkeit durchführbar. Zwischen den Baugruppen zur Überblend-Steuerung und dem Bildmischer befindet sich eine Einrichtung für das Pixel-Hold-Verfahren.

Der Hintergrund und der Cursor werden in der letzten Stufe in den Signalweg eingefügt, dort, wo die digitalen Signale in die analogen Komponenten zurückgewandelt werden.

Ein Basisdecoder muß in der Lage sein, Bilder mit mindestens 6 bit Auflösung umwandeln zu können. Bessere Decoder können die gesamte verfügbare Wortbreite von 8 bit umsetzen.

Bild 7.16 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Echtzeitdecoders zur Decodierung von DYUV-Bildern. Der zu decodierende Grundwert besteht aus einem Pixel-Paar (2 Byte aus dem RAM). Durch jedes Pixel-Paar entstehen 2 Digitalwerte für das DY-Signal und je ein Digitalwert für das DU- und das DV-Signal. Die Quantisierung erfolgt nichtlinear. Für jede Zeile (Ausnahme bildet eine schwarze Zeile) muß am Anfang ein neuer absoluter Anfangswert für Y, U und V angegeben und einzeln auf der Disc abgespeichert werden. Um die Quantisierungsfehler für die U- und V-Werte gering zu halten, werden fehlende Zwischenwerte durch lineare Interpolation ausgefüllt. Anschließend erfolgt die Matrizierung der einzelnen Komponenten zu einem analogen RGB-Signal.

Bei einer RGB-5:5:5-Decodierung wird jedes 16-bit-Pixel in drei 5-bit-Worte aufgeteilt (jede Komponente wird durch 5 bit dargestellt). Das verbleibende Bit wird zur Steuerung der Transparentfunktion verwendet.

Bei der CLUT-7- und CLUT-8-Codierung wird 1 Pixel durch 1 Byte repräsentiert. Bei CLUT-3- und CLUT-4-Codierung können durch 1 Byte 2 Pixel (doppelte Auflösung) dargestellt werden. Die CLUT-7-Codierung ist für beide Bildebenen, CLUT-8 nur für Ebene A möglich.

Für eine Run-Length-7-Codierung wird die Farbe aus der CLUT-7-Farbtabelle

gewählt. Ein Run wird durch 2 Byte repräsentiert. Mit dem ersten Byte wird die CLUT-Adresse und mit dem zweiten Byte die Länge eines Run angegeben. Folglich kann ein Run aus max. 255 Pixeln bestehen. In CLUT-3-Bildern (doppelte Auflösung) gibt das erste Byte die Farbe eines Pixel-Paares und das zweite Byte die Länge eines Run an. Bei allen Run-Length-Bildern endet eine Zeile mit einer Null-Länge, d. h., die gewählte Farbe sollte bis zum Ende der Zeile beibehalten werden.

Für den Einsatz der CLUT-Codierung, ob direkt oder durch Run-Length-Codierung, ist es wichtig zu wissen, mit welcher Farbe man die Codierung beginnt. Im Decoder befindet sich eine Farbentabelle mit 256 verschiedenen Farbwerten. Jeder Farbwert wird durch ein Byte dargestellt. Bei einer 8-bit-CLUT-Codierung bedeutet das, daß die gesamte Farbtabelle nur für die Bildebene A verwendet werden kann.

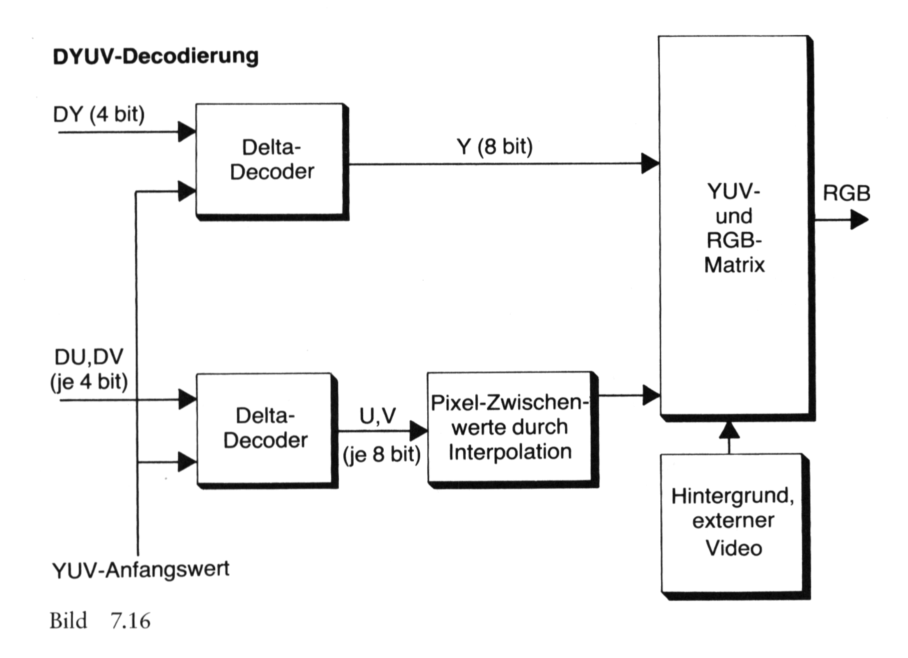
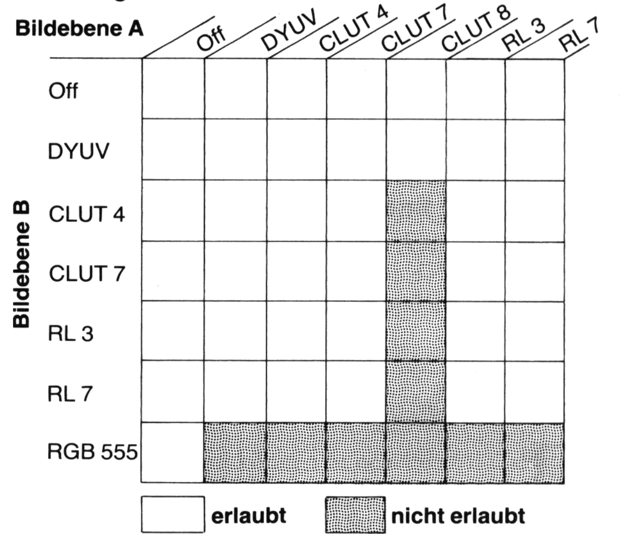


Bild 7.16

(Es ist nicht möglich, eine CLUT-Codierung für beide Bildebenen zu verwenden. Ein Multiplexbetrieb ist aus Geschwindigkeitsgründen nicht möglich.) Bei einer 7-bit-CLUT-Darstellung wird die Farbentabelle in zwei Teile mit je 128 Farbwerten geteilt. Hier können CLUT-Bilder für beide Bildebenen benutzt werden. Ein entsprechendes Anwenderprogramm legt die CLUT-Werte fest. Bild 7.17 zeigt die möglichen Kombinationen bei den verschiedenen Codierungsarten. Einschränkungen gibt es nur bei der CLUT-8- und der RGB-5:5:5-Codierung.

Bild 7.17

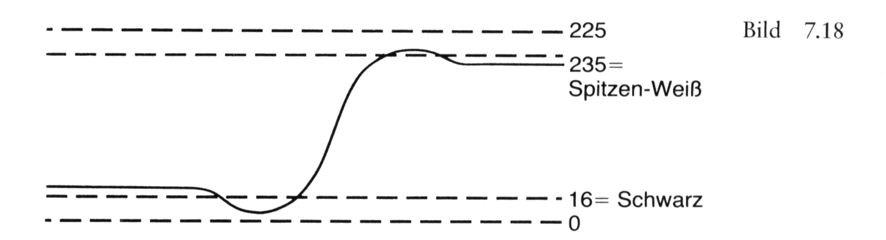


RGB-Pegel

Wie bereits erwähnt, liefert der Echtzeitdecoder ein analoges RGB-Signal, das aus einem 8-bit-Digitalsignal pro Komponente gewonnen wird; d.h., für jede Farbkomponente stehen 256 verschiedene Intensitätswerte zur Verfügung. In der CCIR-Empfehlungen steht, daß für den Schwarzwert die Stufen 0 bis 15 und für Spitzen-Weiß die Stufe 235 vorgesehen sind. Durch diese Festlegung ist genügend Raum für unvermeidliche Überschwinger vorhanden, und eine Bandbreitenbegrenzung findet nicht statt. Dies macht sich positiv bei der Übertragung eines Schachbrettmusters bemerkbar (Bild 7.18).

Innerhalb der CD-Spezifikation werden diese CCIR-Empfehlungen berücksichtigt.

Bild 7.18



Display-Control-Programm (DCP)
Zur Steuerung visueller Bilder gehört das Laden der CLUT-Farbwerte, die Steuerung der Schabloneneffekte usw. Im CD-System erfolgt die Steuerung aller Bildschirmabläufe durch das DCP. Das DCP besteht aus einem Satz bestimmter Anweisungen, die vor der Darstellung eines jeden TV-Halbbildes ausgeführt werden. Die auszuführenden Anweisungen stehen in zwei Tabellen. Die Tabellen werden mit «Field Control Table» und «Line Control Table» bezeichnet. In der Field-Control-Tabelle befinden sich Anweisungen für wichtige Bildparameter, z. B. Ladebefehle für die CLUT-Tabelle, die vor der Darstellung eines neuen Halbbildes ausgeführt werden müssen. In der Field-Control-Tabelle können bis zu 1 024 Anweisungen abgelegt werden.

Die entsprechenden Anweisungen für die Zeilen eines Bildes befinden sich in der Line-Control-Tabelle. Hier können bis zu 8 Anweisungen vorgegeben werden. Mit diesen Anweisungen können die Bildschirmparameter während der Darstellung eines Bildes von einer Zeile zur anderen geändert werden.

Eine der Grundfunktionen der Line-Control-Tabelle dient dazu, über eine Display-Start-Adresse den Anfang einer Bildzeile festzulegen. So kann der Anfang jeder Bildzeile im RAM abgespeichert werden. Dies ist für das Herausschieben von Bildern und für das Einblenden von Subscreens wichtig, wenn nur ein Teil des Bildes herausgeschoben wird.

Die DCP-Steuerung ist auch für das Erstellen von Schabloneneffekten wichtig. Bild 7.19 zeigt ein Beispiel: Hier besteht der Bildschirm aus zwei übereinanderliegenden Schablonen und einem ICF-Gebiet (ICF = Image Contribution Factor). Betrachtet man die gezeichnete Line in Bild 7.19, sieht man sechs Punkte, wo sich die Schablonen berühren; Schablone A ist rund, Schablone B rautenförmig (tatsächlich können die Schablonen beliebige Formen haben). Punkt a gibt den Anfang von Schablone A, Punkt b gibt den Anfang des ICF-Bereichs an. Bei Punkt c beginnt Schablone B, d zeigt das Ende von Schablone A, e ist das Ende des ICF-Gebiets und f das Ende von Schablone B.

Schablone A und B könnten z. B. Transparentgebiete sein, welche die untere Bildebene durchscheinen lassen. Da die Positionen a, b, c usw. von Zeile zu Zeile variabel sind, kann es in einem Bild zu einer Menge Punkte kommen. Zu beachten ist lediglich, daß sich höchstens zwei Schablonen überlappen und daß sich auf einer Zeile höchstens acht Schablonengrenzen befinden dürfen.

Da für jede Zeile in der Line-Control-Tabelle bis zu acht Anweisungen abgelegt werden könne, wäre es möglich, alle Grenzwerte auf der Zeile zu ändern. Das würde jedoch keinen Raum für andere Anweisungen, z. B. für eine neue Startposition einer Zeile, lassen.

Ein weiteres Beispiel für eine DCP-Anwendung zeigt Bild 7.20. Hier ermöglicht die DCP-Steuerung die Synchronisation einer Scrolling-Funktion (Herausschieben). Um eine Bewegung darzustellen, wird ein Objekt in eine neue Position gebracht. Damit kein Bildflimmern entsteht, darf sich das Objekt selber während der Scrolling-Funktion nicht bewegen. Durch Festlegen einzelner Punkte auf der entsprechenden Bildzeile kann ein Signal dafür gegeben werden, wann das Objekt in eine neue Position gebracht werden soll.

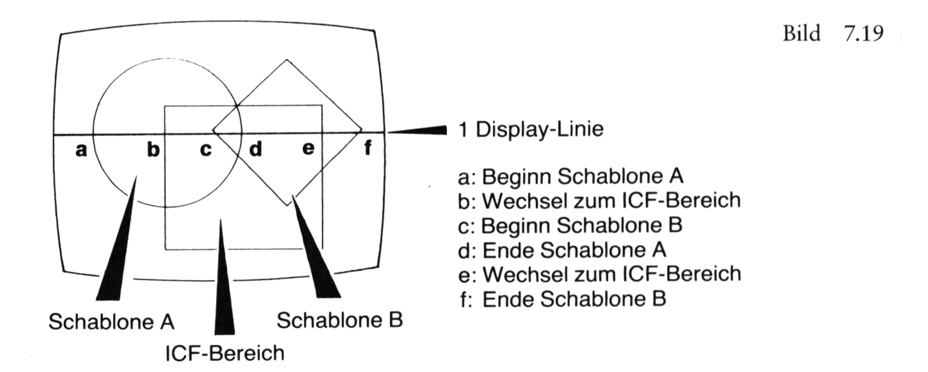


Bild 7.19

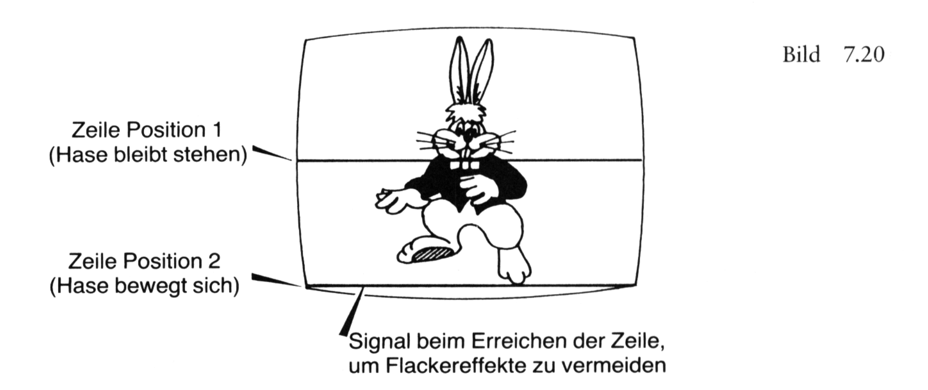


Bild 7.20

Der Cursor

Der Cursor wird durch ein Quadrat aus 16 Pixels dargestellt (s. Kapitel 3). Jedes Pixel läßt sich transparent oder in einer Cursorfarbe darstellen, die aus 16 Farben definiert werden kann. Weiterhin kann der Cursor ausgefüllt und in normaler, doppelter oder hoher Auflösung erscheinen. Ein Blinken des Cursors ist möglich.

Die Position des Cursors kann auf jeden Punkt innerhalb eines vollen Bildschirmgebietes verlegt werden.

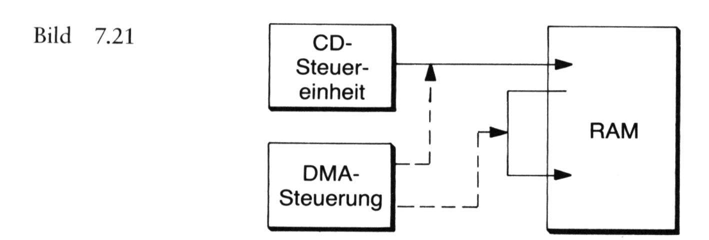
Borderfarbe

Die Farbe des Borders (Umrandung eines Bildes) kann für jede Zeile und für jede Bildebenen anders dargestellt werden. Ausnahme bildet die DYUV–Codierung: Hier muß die Borderfarbe schwarz sein.

DMA-Controller

Der DMA-Controller erlaubt ohne MPU einen schnellen Datentransfer zwischen dem CD-Controller und dem Speicher innerhalb des Systems. Die MPU kann somit wichtigere Aufgaben übernehmen (Bild 7.21).

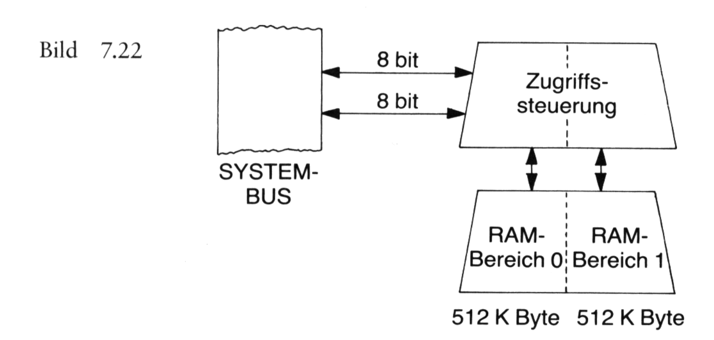
Bild 7.21



Der RAM-Speicher

Der RAM-Speicher wird in zwei Bereiche zu je 512 KByte aufgeteilt. Der Zugriff erfolgt durch den Mikroprozessor in Verbindung mit dem Zugriffs-Controller. Jeder Bereich ist in 256 K – 16 bit aufgeteilt. Bilddaten müssen den jeweiligen RAM-Bereichen zugeordnet werden. Andere Daten, wie z. B. Soundmaps, können in jedem Bereich abgelegt werden (Bild 7.22).

Bild 7.22



Der nicht flüchtige RAM-Speicher (NV-RAM)

Im CD-I-Decoder befindet sich auch ein nichtflüchtiger RAM-Speicher mit einer Speicherkapazität von mindestens 8 K. Als RAM wird hier ein spezielles IC oder ein durch Akku-Pufferung unterstütztes normales RAM–IC verwendet. Im NV-RAM werden die Informationen zur Dateien-Organisation abgelegt. Die Daten im NV-RAM sind gegen Stromausfall geschützt.

Uhr/Kalender

Im CD-I-Decoder befindet sich eine Akku-gepufferte Uhr mit Kalender. Die Uhr ermöglicht eine Aussage über Stunden, Minuten, Sekunden, Monat und Jahr. Schaltjahre werden berücksichtigt.

X-/Y-Eingabegerät
Als Schnittstelle zum Anwender besitzt der CD-I-Decoder eine oder mehrere Anschlußmöglichkeiten für ein X-/Y-Eingabegerät. Jedes Eingabegerät sollte zwei Triggerknöpfe haben und in der Lage sein, auf jedes Pixel des gesamten Bildschirms zu zeigen.

Das Eingabegerät kann eine Maus, ein Lichtgriffel, ein Track-Ball oder jedes andere geeignete Gerät sein.

Anwendersoftware
Die Anwendersoftware wird von der Disc gelesen und über die Daten-Transferwege in den RAM geladen. Während des Programmablaufs können die Daten der Anwendersoftware aus dem RAM gelesen oder wieder in den RAM eingespeichert werden.

In den Daten der Anwendersoftware stehen die Befehle, die das CD-RTOS-Betriebssystem ausführen soll. Bild 7.23 zeigt die Daten-Transferwege im CD-I-Decoder, über die das Betriebssystem die Anwendersoftware leiten kann.

Transferwege für die Audiodaten
Je nach Quelle und Verwendungszweck können die Audiodaten auf vier verschiedene Transferwege geschaltet werden. CD-DA-Daten werden direkt von der Disc durch die Audioprozessoreinheit zur Wiedergabeeinrichtung geleitet. Diese Daten führen nicht über den CD-I-Controller.

Die meisten CD-I-Audiodaten mit A-, B- oder C-Qualitätslevel werden in Echtzeit wiedergegeben. Die Wiedergabe dieser Daten wird durch den CD-I-Controller gesteuert, die Ausgabe erfolgt durch die Audioprozessoreinheit APU.

Die Echtzeitwiedergabe der Audiodaten ist ein entscheidender Faktor beim Abspielen einer CD-I denn während dieser Wiedergabe können keine anderen Daten von einer anderen Stelle auf der Disc gelesen werden. Um trotzdem Ton und Bilder gleichzeitig wiedergeben zu können, müssen die Audiodaten im Datenstrom verschachtelt werden.

Wiedergabe aus dem Systemspeicher
Soundmaps können von der Disc oder von der MPU gelesen und in RAM abgespeichert werden. Wie bei der Wiedergabe der Disc-Daten, werden auch die Audiodaten aus dem RAM decodiert, in analoge Signale umgewandelt und durch die APU weitergeleitet.

Transferwege für die Videodaten
Alle Videodaten werden vor dem Erscheinen auf dem Bildschirm in den RAM geladen. Hierbei können die Videodaten direkt von der Disc in den RAM geladen werden oder zur Bearbeitung erst durch die MPU laufen. Das Abspeichern der Videodaten im RAM erfolgt in den beiden RAM-Bereichen 0 und 1.

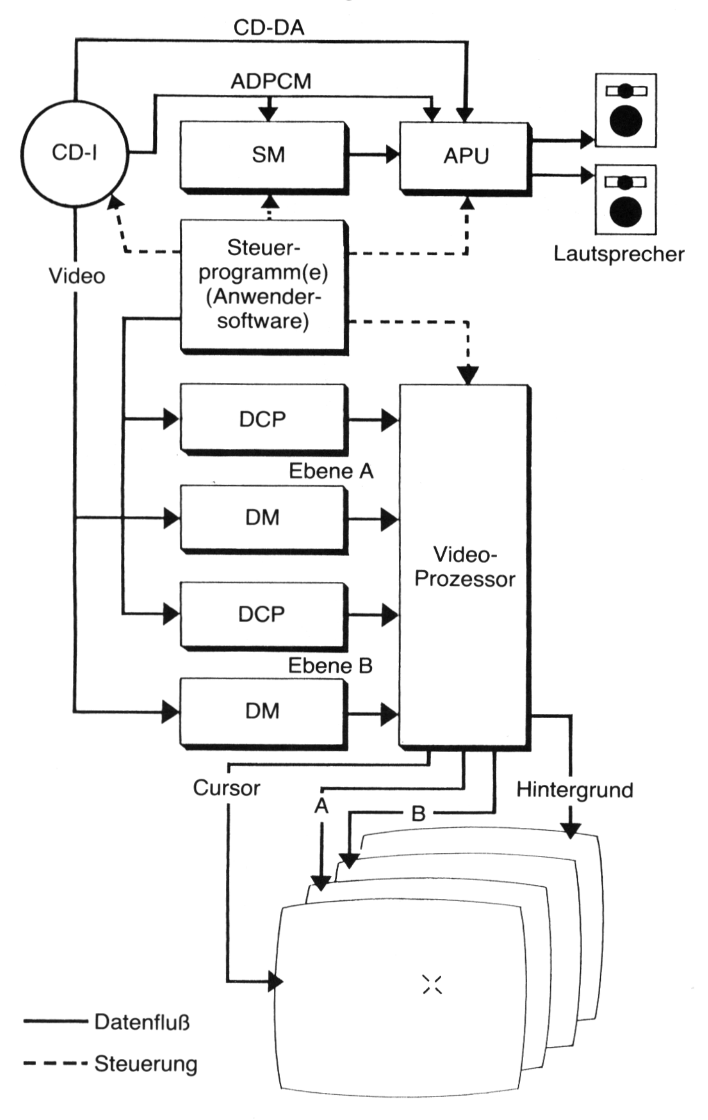

Daten-Transferwege
CD-DA
ADPCM
CD-I
SM
APU
Lautsprecher
Steuer-
programm(e)
(Anwender-
software)
Video
DCP
Ebene A
DM
Video-
Prozessor
DCP
Ebene B
DM
Cursor
A
B
Hintergrund
Datenfluß
Steuerung

Bild 7.23

Der Bildspeicher im RAM

Die in den RAM-Bereichen 0 und 1 gespeicherten Videodaten führen über separate Datenwege zu den beiden Video-Echtzeit-Decodern. Von hier aus werden die beiden Bildebenen angesteuert. Die Aufteilung der beiden Bildebenen wird hierbei von den Echtzeit-Decodern gesteuert.

Die Steuerung der Bildebenen läßt sich am Beispiel einer Überblendung von einem Wüstenbild (Ebene A) zu einer Kamelkarawane (Ebene B) demonstrieren (Bild 7.24). In diesem Fall wird der Bildschirmanteil der Ebene A von 100 % auf 0 % verkleinert und der Bildschirmanteil der Ebene B von 0 % auf 100 % vergrößert.

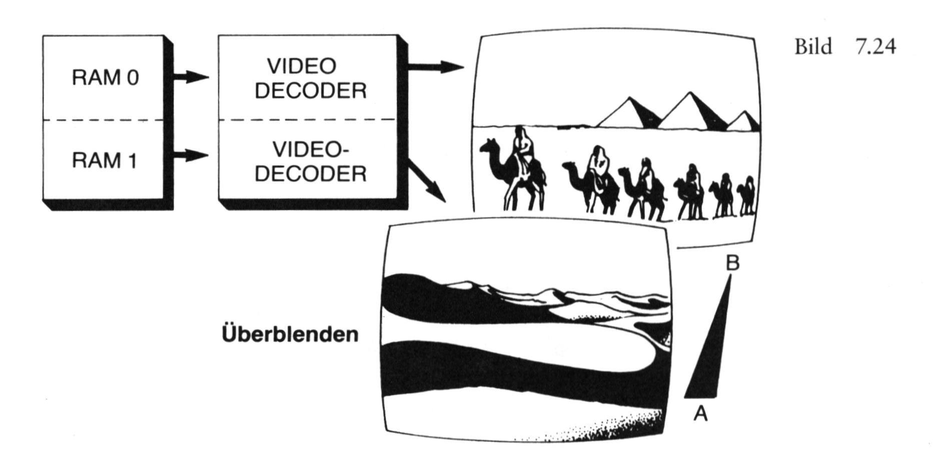


Bild 7.24

CD-RTOS

Das Herz eines jeden Computers ist sein Betriebssystem. Das Betriebssystem kontrolliert die Anwendersoftware und steuert die gesamte Hardware. Für das CD-I-System gibt es ein eigenes Betriebssystem, das speziell für die Anforderungen der Echtzeitverarbeitung in Multimedia-Systemen ausgelegt ist. Das CD-I-Betriebssystem basiert auf einem Hochleistungsbetriebssystem namens OS-9, das für die Mikroprozessoren der Reihe 68 000 in Assemblersprache geschrieben wurde. Im folgenden Abschnitt werden die Haupteigenschaften des CD-I-Betriebssystems CD-RTOS beschrieben.

Weitere Details befinden sich im Anhang C.

Organisation des CD-RTOS

Bild 7.25 zeigt die Struktur des CD-RTOS-Betriebssystems. Ganz oben steht das Anwenderprogramm, das über verschiedene Bibliotheken mit dem CD-RTOS kernel verbunden ist. Im Kernel befindet sich die Dateiorganisation mit dem CD File Manager, dem Pipe File Manager, dem NV-RAM Manager und dem User Communications Manager. In den einzelnen Datei-Managern sind die verschiedenen Treiber enthalten, welche die Schnittstelle zur Hardware herstellen. Die einzelnen Treiber ermöglichen eine Anpassung an Hardware unterschiedlicher Hersteller.

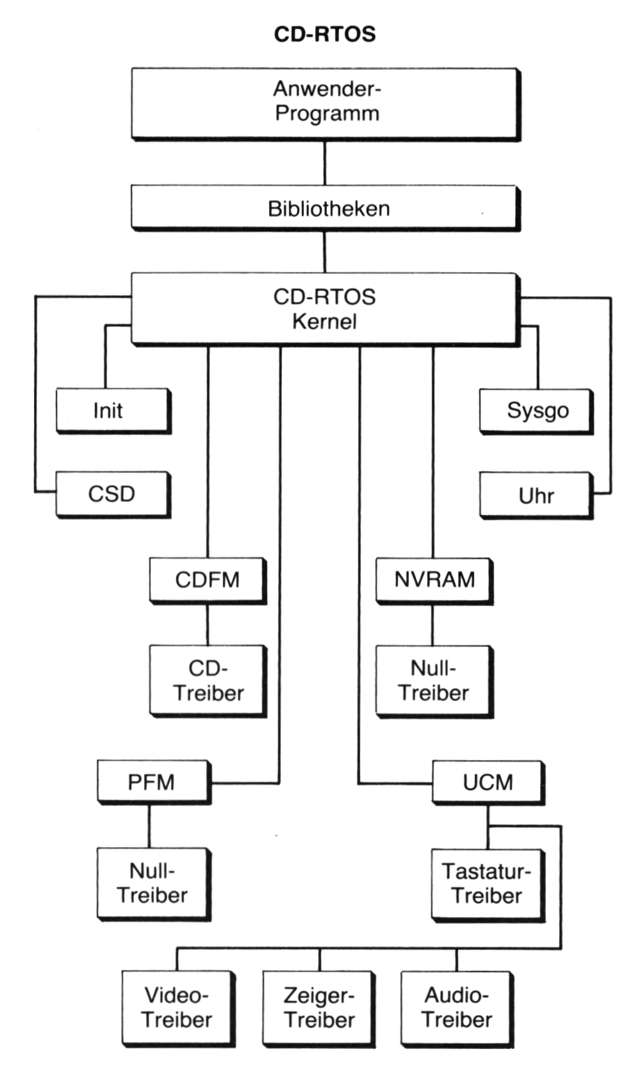

CD-RTOS
Anwender-
Programm
Bibliotheken
CD-RTOS
Kernel
Init
CSD
Sysgo
Uhr
CDFM
CD-
Treiber
NVRAM
Null-
Treiber
PFM
Null-
Treiber
UCM
Tastatur-
Treiber
Video-
Treiber
Zeiger-
Treiber
Audio-
Treiber

Bild 7.25

Das Kernel

Das Kernel ist das Herz des CD-RTOS. Es sichert die Multi-Tasking-Fähigkeit, indem es die gesamte Steuerung des Datenverkehrs bestimmmt. Eingeschlossen sind hier die gesamte Speichersteuerung mit Zuteilung und Umverteilung der Daten, die Steuerung der Interrupts sowie die Ein-/Ausgabe-Steuerung mit Daten-Requests.

Systemkonfiguration mit dem CSD

Das CSD (Configuration Status Descriptor) ist ein wesentlicher Teil des CD-I-Systems. Mit Hilfe des CSD ist es möglich, den CD-I-Player an die weiteren angeschlossenen Geräte und Systeme anzupassen. Im RAM und im NV-RAM befinden sich zusätzliche Daten über die anschließbaren Geräte, auf die das CSD zurückgreifen kann. Jeder Eintrag im CSD besteht aus vier Teilen: dem Gerätetyp, dem Namen des Geräts und einem Satz gerätespezifischer Parameter.

Im CSD befinden sich Eintragungen über alle Baugruppen des CD-Decoders, einschließlich der Basisfunktionen. Diese Eintragungen können z. B. Aussagen über die Eigenschaften des Videoprozessors, Audioprozessors, die NV-RAM-Größe usw. treffen. Das CSD liefert auch Informationen über eventuelle extern am Decoder angeschlossene Geräte wie Floppydisc, Tastatur oder Drucker.

Startprozedur

Wenn der CD-I-Decoder eingeschaltet und eine Disc eingelegt wird, beginnt die Software mit einer Startprozedur. Hierbei wird die Hardware initialisiert, das Kernel gestartet und eine Copyright-Information auf dem Bildschirm angezeigt. Anschließend wir die Boot-Datei, von der Disc geladen. Befindet sich auf der Disc keine Boot-Datei, wird die im CSD abgelegte Systemkonfiguration übernommen.

Danach wird das Dateisystem initialisiert.

Das Initialisieren des Dateiensystems enthält das Lesen des Disc-Labels und des Suchbaumes. Anschließend werden das Hersteller-Label und die Copyright-Information auf dem Bildschirm gezeigt. Die Anwendung des CD-I-Programms kann jetzt beginnen (Bild 7.26).

Zieht der Anwender die Disc heraus, und wird eine neue Disc geladen, wiederholt sich der Startvorgang mit dem Booten der Boot-Datei der neuen Disc.

Datenschutz

Eine spezielle Datenschutz-Einrichtung verhindert den Zugriff auf bestimmte Dateien. Der Datenschutz wird durch einen Zugriffscode ermöglicht, der bis zu 32 Dateien sperren kann. Hierdurch lassen sich z. B. Discs mit mehreren Anwenderprogrammen entwickeln, die erst nach Entrichten einer Lizenz- oder Leihgebühr freigegeben werden.

Im Kernel gibt es eine Einrichtung, die den Zugriffscode an den CD-I-Player anpaßt und den Zugriff kontrolliert.

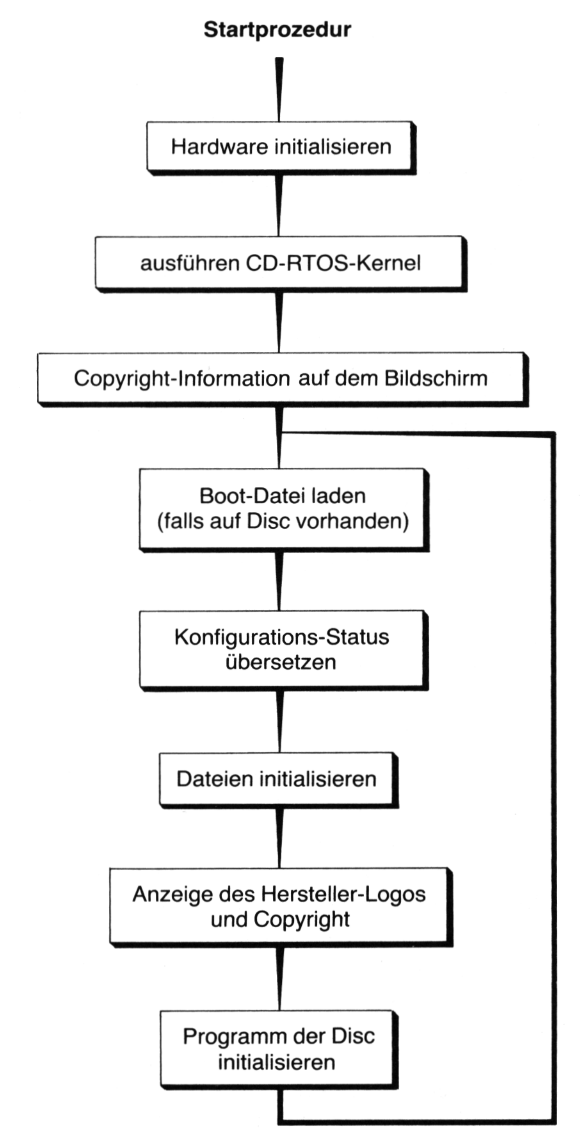

Startprozedur
Hardware initialisieren
ausführen CD-RTOS-Kernel
Copyright-Information auf dem Bildschirm
Boot-Datei laden
(falls auf Disc vorhanden)
Konfigurations-Status
übersetzen
Dateien initialisieren
Anzeige des Hersteller-Logos
und Copyright
Programm der Disc
initialisieren

Bild 7.26

Datenverwaltung (File Manager)

Die Datenverwaltung liegt zwischen dem Kernel und den Treibern. Mit ihrer Hilfe wird der Ablauf der Ein- und Ausgaben gesteuert. Die Datenverwaltung wird vom User Communication Manager UCM, dem Compact Disc File Manager CDFM und dem NV-RAM Manager NRF gebildet.

Datenverwaltung mit UCM – Video

Der User Communication Manager UCM unterstützt die Software bei Verwendung zusätzlicher Videografikgeräte, Tastaturen oder X-/Y-Eingabegeräte. Die Videofunktion des UCM unterstützt die Steuerung der beiden Bildebenen und die Manipulation zusammengesetzter Bilder. Zusätzlich ermöglicht der UCM die Erzeugung einfacher Grafik- und Textfunktionen.

Mit Hilfe des UCM können auch Drawmaps realisiert werden; das sind Bilder, die im Speicher abgelegt und jederzeit vom Anwenderprogramm aufgerufen werden können. Es gibt Drawmaps mit DYUV-, CLUT-, Run-Length- und RGB-5:5:5-Bildern.

Beispiele für UCM – Drawmap-Funktionen sind:

- «Create und Close» bedeutet Speicherraum zuweisen und löschen,
- «Copy und Exchange» ist hilfreich beim Transfer von Bilddaten zwischen Drawmaps sowie für Updates und für Bewegungsbilder,
- «Transparent Copy und Exchange» hat ähnliche Funktion wie «Copy und Exchange», außer daß Pixel mit spezifischen Werten nicht bewegt werden.

Drawmaps, die kleiner sind als die volle Bildschirmgröße, lassen sich für partielle Updates verwenden. In diesem Fall können eine Reihe von Drawmaps über das vorhandene Bild geschrieben werden.

Zu den UCM-Funktionen zählt auch das Erstellen einzelner einfacher Grafiken. Die Grund-Grafikfunktionen sind Linie, Rechteck, Kreis, Ellipse und Bogen. Hinzu kommt, daß in fast jedem Schriftbild Text gezeichnet werden kann. Die grafischen Zeichenparameter schließen den Gebrauch von Mustern, Farben, Linienstärken, Strichtypen usw. ein.

Mit Hilfe einer Regionfunktion können Regionen festgelegt werden, die das Zeichnungsgebiet einer Drawmap begrenzen. Diese festlegbaren Regionen können die Form eines Rechtecks, eines Polygons, eines Keils, einer Ellipse usw. haben.

Mit Hilfe des UCM ist es auch möglich, das bereits beschriebene Display-Control-Programm DCP zu laden.

Datenverwaltung mit UCM-Audio

Der Audioteil des UCM kontrolliert den Datenfluß der ADPCM-Audiosignale und die entsprechenden Steuerdaten vom Mikroprozessor zum ADPCM – Decoder. Weiterhin wird die Erzeugung spezieller Audioeffekte unterstützt. Mit bestimmten Audiofunktionen können die Audiodaten, bevor sie in den Audioprozessor geladen werden, gemischt und manipuliert werden.

Die UCM-Anwender-Schnittstelle
Der UCM unterstützt auch die X-/Y-Eingabegeräte und eine zusätzliche Tastatur.

Compact-Disc-File-Manager (CDFM)
Der Compact-Disc-File Manager wandelt die Befehle der Anwendersoftware in entsprechende Befehle für die Gerätetreiber um und steuert den Zugriff auf die Disc-Dateien.

Laufen in einem Softwareprogramm gleich mehrere Anwendungen, oder wird ein Multi-Tasking-Betrieb verlangt, legt der CDFM die Reihenfolge des Datenzugriffs fest. Diese Reihenfolge muß aber nicht der Reihenfolge einer Echtzeit-Anwendung entsprechen.

Dieser Vorgang funktioniert ähnlich wie ein Fahrstuhl, der von unten nach oben fährt und unabhängig von der Wahl des Fahrstuhlführers in jeder Etage anhält.

Im einzelnen können vom CDFM die folgenden Service-Aufforderungen bearbeitet werden:

- Suchpfad zu einer spezifischen Datei öffnen,
- Directories wechseln,
- Ändern des gegenwärtigen Datenzeigers (Seek-Funktion),
- Daten aus den Dateien lesen,
- Status-Informationen lesen,
- Status-Informationen festlegen,
- Spezielle Funktionen ausführen,
- Dateien schließen.

NV-RAM-File-Manager (NRF)
Der NV-RAM-File-Manager stellt für das Anwenderprogramm ein Ablagesystem zur Verfügung, mit dem einzelne Dateien der Anwendersoftware im NV-RAM abgelegt werden können. Das System basiert auf einem einfachen RAM-Block-Manager, wie ihn das OS-9-Betriebssystem für magnetische Discs zur Verfügung stellt. In diesem System gibt es nur eine Basic-Directory-Structure mit einem RAM–Directory. Sub-Directories sind nicht vorgesehen.

Da die Speicherkapazität begrenzt ist (8 K in der Basisversion des CD-I-Decoders) muß das Anwenderprogramm sehr sparsam mit diesem Speicherplatz umgehen.

Die Treiber

Die Gerätetreiber bilden die nötigen Schnittstellen zwischen den Dateimanagern und der Hardware. Herstellereigene Unterschiede der Hardware werden berücksichtigt. In den Treibern werden auch alle einfachen Funktionen ausgeführt, welche die Dateimanager der Anwendersoftware zur Verfügung stellen.

Synchronisation und Steuerung

Die Synchronisation und Koordinierung der Audio- und Videoeffekte ist auf verschiedene Arten erreichbar:

- ☐ Mit Hilfe eines Software-Timers kann ein entsprechender Zeitablauf programmiert werden.
- ☐ Die Synchronisation kann durch einen Triggerbefehl über eine Anwenderschnittstelle erfolgen.
- ☐ Die Synchronisation kann durch eine andere parallellaufende Anwendung erfolgen.
- ☐ Die Synchronisation kann durch ein Triggerbit im Schluß-Header eines Sektors erfolgen.

Die Kontrolle über den Datenstrom innerhalb des Systems erreicht man mit der Play Control Structure. Die Synchronisierung kann mit den einzelnen Triggerpunkten und der Real-Time Control Area erreicht werden. Die Play Control Structure und die Real-Time Control Area werden weiter unten beschrieben.

Die Play Control Structure
In der Regel besteht eine Echtzeitdatei aus verschachtelten Sektoren mit Audio-, Video- und programmverwandten Daten. Die Echtzeitdateien werden wiedergegeben, indem der Play System Call (Systemaufruf) die durch Dateinummer, Kanalnummer und Datentyp gekennzeichneten Sektoren aufruft. Der Play Control Call kontrolliert auch das Ziel der Daten und benachrichtigt die Anwendersoftware, wenn ein spezifisches Ereignis im Programm stattfindet. Ein wesentlicher Bestandteil des Play Control Call ist der Play Control Block, der die ankommenden verschachtelten Daten wieder in die richtige Reihenfolge sortiert (De-Interleaving-Verfahren). Weiterhin leitet der Play Control Block die Audio-, Video- und programmverwandten Daten in die entsprechenden Speicher.

Audiodaten können natürlich direkt in den Audioprozessor oder als Soundmaps direkt in den RAM geschickt werden. Welche Audiodaten direkt zum Audioprozessor geführt und welche im Speicher abgelegt werden sollen, kann über eine Auswahlmaske bestimmt werden.

In einer Liste, der Audio Control List, werden die Soundmaps aufgeführt, die Audiodaten aufnehmen. Die Video Control List gibt die Drawmap an, welche die entsprechenden Videodaten aufnehmen soll.

Der erforderliche Speicherplatz im RAM wird in der Data Play List angegeben.

Real-Time Control Area
Der Treiber-Puffer enthält die Text- und Steuerdaten. Die Steuerdaten befinden sich meistens in einer Real-Time Control Area RTCA (Echtzeitbereich) und werden durch einen speziellen Interpreter, den Real-Time Record Interpreter RTRI, übersetzt. Mit diesen Steuerdaten werden die Echtzeitverarbeitung und die Synchronisation gesteuert. Die Real-Time Control Area befindet sich am Anfang eines jeden

Echtzeitdatensatzes. Der RTRI decodiert die Steueranweisung des RTCA für die einzelnen Audio- und Videoeffekte und liefert eine Information zur Synchronisation.

Die Real-Time Control Area besteht aus mehreren Befehlen. Sie werden benutzt, um die Echtzeitdatensätze, das Laden von Audio- und Videodaten, die Datenmanipulation und die Aufzeichnung von Drawmaps zu steuern.

Die Synchronisation der Daten und die Steuerung der Interaktivität gehören ebenfalls zur Aufgabe der Real-Time Control Area.

Der RTRI ist ein echter Multi Tasking Interpreter, der eine große Anzahl paralleler Aufgaben erledigen kann. Dies ist erforderlich, damit Daten von der Disc gelesen und gleichzeitig Steuerbefehle eingegeben werden können.

Die Real-Time Control Area ist eine Echtzeit-Programmiereinheit, die alle bekannten Programmierstrukturen ermöglicht.

InVision

InVision ist sowohl für den Programmierer bei der Entwicklung einer CD-I-Anwendung als auch für den Benutzer des CD-I-Players gedacht.

Aber InVision ist mehr als eine Schnittstelle. Es besitzt eine Serie von Werkzeugen und Funktionen, die eine Integration in das CD-RTOS erlauben. Die wichtigsten Merkmale sind:

- ☐ Visual Shell: Dies ist der Teil des InVision, den der Benutzer des CD-I-Players sieht. Er besteht aus dem Bedienpult des CD-I-Players.
- ☐ Presentation Support Library: Diese Bibliothek stellt eine Sammlung von Sub-Routinen dar, welche die Eingabeaufforderungen des Benutzers erleichtern sollen.
- ☐ Display-Manager: Dieser Datenmanager bietet ein Sub-Routine-Modul für den UCM–Daten-Manager, die den Zugriff auf die Video-, Audio-, Tastatur- und Treiber-Routinen zuläßt.

Weitere Details über InVision befinden sich im Anhang C.

Anhang

A: Zusammenfassung der technischen Daten

Die folgenden technischen Daten dienen zur Information. Sie können für überschlägige Berechnungen oder andere technische Aussagen verwendet werden.

Einheiten

1 Megabyte = 1 024 Kilobyte
1 Kilobyte = 1 024 Byte
1 Sektor = 2 352 Byte mit Header und Synchronzeichen
= 2 048 Byte (Form 1) Anwenderdaten
= 2 324 Byte (Form 2) Anwenderdaten
= 2 336 Byte (CD-DA-Format)

Disc-Kapazität

650 MByte

Datenrate

75 Sektoren/s = 150 KByte/s (Form 1)
= 170,2 KByte/s (Form 2)
= 171,1 KByte/s (CD-DA-Format)

Die angegebenen Datenraten stellen die nutzbaren Datenraten, also ohne Header usw., dar.

Bildschirm-Auflösung

NTSC 360 · 240 Pixel = 86 400/1 024 = 84,4 KB yte
PAL 384 · 280 Pixel = 107 520/1 024 = 105 KByte

Typische Werte

1 DYUV-Bild = 85 KByte NTSC (105 KByte PAL)
Ein partielles Up-Date eines Bildes mit ⅓ · ⅓ der Schirmgröße benötigt eine Kapazität von ca. 8,5 KByte = 10 %.

Bei einer Datenrate von 170,2 KByte/s und einer Bildwechselfrequenz von 15 Bildern/s besteht 1 Bild aus 170,2 KByte : 15 = 11,35 KByte.
Durch spezielle Software-Techniken läßt sich die Leistung bei einem partiellen Up-Date um ca. 50 % steigern.

1 Sekunde CD-DA-Ton		= 171,1 KByte
1 Sekunde Level A	Stereo	= 85,1 KByte
	Mono	= 42,5 KByte
1 Sekunde Level B	Stereo	= 42,5 KByte
	Mono	= 21,3 KByte
1 Sekunde Level C	Stereo	= 21,3 KByte
	Mono	= 10,6 KByte

Maximale theoretische Spielzeit	= 74 min, 33 s
Praktische Spielzeit (CD-DA und CD-I/Form 2)	= 72 min
Praktische Spielzeit (CD-ROM und CD-I/Form 1)	= 65 min

Bei einer Programmentwicklung müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden.

☐ Speicherkapazität der Disc
☐ Datenrate der Kanäle
☐ Aufteilung der RAM-Kapazität
☐ Leistung des Mikroprozessors

Auf einer kompletten Disc können folgende Informationen gespeichert werden:

7 830 DYUV-Bilder (650 MByte = 650 · 1 024/85) in NTSC-Norm
6 340 DYUV-Bilder (650 MByte = 650 · 1 024/105) in PAL-Norm

oder

65 min bewegliche Cartoon-Bilder mit Audiowiedergabe in Level C

oder

17 h 18 min Audiowiedergabe (mono) in Level C (16 Kanäle 65 min)

oder

100 Millionen Wörter (ca. 150 000 Seiten Text)

B: Glossar

Absolute Disc-Adresse. Position eines Sektors auf der Disc. Die Positionsangabe erfolgt in Minuten, Sekunden und Sektoren. Die Angabe steht im Header eines jeden Sektors.

Absolute RGB-Codierung. siehe direkte RGB-Codierung.

Absolute RGB-Komponenten. Jede Farbe kann als Summe verschieden großer Werte der drei Primärfarben Rot, Grün und Blau dargestellt werden. Bei einer absoluten RGB-Decodierung wird jeder Bildpunkt (Pixel) durch eine RGB-Komponente dargestellt. Nach der Digital-Analog-Wandlung stellen die RGB-Komponenten Spannungswerte dar, welche die Bildröhre eines Monitors ansteuern.

Absolute Sektor-Adresse. Diese Adresse ist ein Teil des Sektor-Headers. Die Adressenangabe korrespondiert mit der absoluten Disc-Adresse.

Absolute Zeit. Im CD-DA-Player stellt die absolute Zeit die maximale Spielzeit dar. Die Angabe der absoluten Zeit steht im Subcode und wird im Display angezeigt.

Access. Zugriff auf eine Datei auf der Disc.

Access Controller. Komponente im CD-I-Player. Der Access Controller nimmt Drawmaps aus dem RAM und lädt sie in den Decoder.

Access-Schlüssel. Der Access-Schlüssel ermöglicht den Zugriff auf geschützte Dateien.

Access Protection. Schutz vor unerlaubtem Zugriff auf Dateien.

Aktive Zeile. Die Zeit, die der Elektronenstrahl einer Bildröhre benötigt, um eine sichtbare Linie auf dem Bildschirm zu schreiben.

Aktives Display. Inhalt eines Video-Bildspeichers, der gerade auf einem Bildschirm angezeigt wird.

Aktive Region. Bereich einer Bildschirmanzeige, der durch eine Anwender-Eingabe, mit Hilfe eines Cursors, bestimmt wird.

Adaptive Delta Pulse Code Modulation (ADPCM). Codiertechnik im CD-I-System zur Umwandlung eines analogen Audiosignals in ein digitales Audiosignal. Eine Delta-Modulation setzt voraus, daß zwischen zwei Abtastwerten eine feste Wechselbeziehung besteht. Extrem große Amplitudensprünge zwischen zwei Abtastwerten können nicht hinreichend genau erfaßt werden. Die ADPCM ist eine abgewandelte Form der Delta-Modulation. In der ADPCM werden die Quantisierungsschritte dynamisch an die Amplitudenänderung abgepaßt.

Adresse einse Suchpfades. Blockadresse des ersten Blocks eines System-Suchpfades.

ADPCM Decoder. Decoder, der die CD-I-Audiodaten eines Sektors in ein Zweierkomplement-codiertes 16-bit-PCM-Signal umwandelt.

Album. Sammlung von Discs.

ASCII (American Standard Code for Interchange). Standardcode zur Übertragung von Daten zwischen verschiedenen Geräten.

Analoge bzw. digitale Signalverarbeitung (Gegenüberstellung). In analogen Systemen wird eine Audio- oder Videoinformation in eine elektrische Spannung mit unterschiedlichen Amplitudenwerten umgesetzt. Diese Signale können dann auf verschiedene Arten verarbeitet werden (Aufzeichnung auf Magnetband, Übertragung über einen Sender usw.). Am Ende der Übertragungsstrecke werden die einzelnen Spannungswerte wieder in Audio- bzw. Videoinformationen umgesetzt.

Einer der größten Nachteile dieser analogen Signalverarbeitung ist die Anfälligkeit gegenüber Rauschen und Verzerrungen: Sie können in analogen Systemen nur schwer kompensiert werden.
In digitalen Systemen werden die zu übertragenden Informationen in eine Sequenz diskreter Werte umgewandelt. Die Anfälligkeit der diskreten Werte gegenüber Rauschen und Verzerrung ist um ein Vielfaches geringer als in analogen Systemen.

Animation. Animation ist die Art des Bewegungsprozesses eines Bildes (s. CLUT-Animation).

Appliance Controller. Schaltung zwischen einem Computer und ein an den Computer angeschlossenes Zusatzgerät. Das Zusatzgerät wird vom Appliance Controller gesteuert.

ASCII. s. American Standard Code for Interchange.

Aspect Ratio. Verhältnis von Pixelhöhe zur Pixelbreite.

Audioblock. Datenblock mit Audioinformationen im CD-I-Format.

Audioblock-Bytes. Audioblock innerhalb eines CD-I-Sektors. Ein Audioblock teilt sich auf in 18 Audiogruppen zu je 128 Byte.

Audiokanal. Audiodaten aus einer Quelle. In einem CD-I-Titel können 16 Audiokanäle enthalten sein.

Audiodaten.
1. Audioinformationen in digitaler Form,
2. im CD-DA-System, PCM-codierte Stereo-Information als Multiplexsignal und hinzugefügtem Subcode,
3. im CD-I-System der Spezifikation entsprechende codierte Audioinformationen.

Audiofunktionen. Funktionen des User Communication Manager zur Wartung und Manipulation der ADPCM-Signale.

Audiomischer. Gerät zum Einstellen und Mischen von Audioinformationen.

Audioprozessoreinheit. Konvertiert die digitalen Audiodaten in entsprechende analoge Audiosignale für links und rechts.

Audiosektor. Abgegrenztes Feld mit Audiodaten.

Audioqualitätslevel. s. Tonqualitätslevel.

Audio-Track. Musiktitel auf einer CD-DA-Disc. Ein Audio-Track hat eine Spielzeit von mindestens 4 Sekunden und maximal 72 Minuten. Jeder Titel ist durch eine Adresse gekennzeichnet. Auf einer Disc können maximal 99 Titel gespeichert werden.

Auxiliary Data Field. Die letzten 288 Byte eines Sektors auf einer CD-I- und einer CD-ROM – Disc. Jedes Feld kann für eine zusätzliche Fehlerkorrektur (Mode 1/Form 1) oder für Benutzerdaten (Mode 2/Form 2) verwendet werden.

Backdrop. Wenn alle Bildebenen transparente Bilder zeigen, scheint das Hintergrundbild als Backdrop durch.

Base Case Disc. Im CD-I-System eine hypothetische Disc, die alle Möglichkeiten des Basissystems zeigen kann.

Bit Error Rate (BER). Maß für die Leistungsfähigkeit eines Übertragungssystems, Daten ohne Fehler übertragen zu können. Mit Bit Error Rate wird die durchschnittliche Anzahl der zu übertragenden Bits bei nur einem fehlerhaften Bit angegeben. Im CD-I- und CD-ROM-System kennt man drei Fehlerkorrektur-Verfahren (CIRC und EDC/ECC) mit einer Bit-Fehler-Rate von 10^{-18}.

Bit Inversion. Umkehrung der Bit-Wertigkeit von 0 auf 1 bzw. umgekehrt.

Bit-Mapped-Display. Bildschirmanzeige, in welcher die Position eines Pixels, der Helligkeitswert und der Farbwert des Pixels in einem Speicher abgelegt sind.

Bit Map. Ein Prozeß, bei dem ein Bild aus einzelnen Pixel nacheinander aufgebaut wird.

Bits pro Abtastwert (Sample). Anzahl der Bits, mit der ein Abtastwert bewertet wird.

Block. Im CD-ROM- und CD-I-System eine Anzahl zusammenhängender Daten.

Block-Adresse. Eine 32-bit-Adresse, welche die absolute Adresse auf der Disc angibt.

Boot-Datei. Optionelle Datei auf einer CD-I-Disc. Die Datei wird beim ersten Start einer Disc geladen.

Boot-Datensatz. Optioneller Datensatz auf einer CD-I-Disc. Er ist Bestandteil der Boot-Datei.

Border. Umrandung eines Bildes auf dem Bildschirm.

Burst Error. Durch Übertragungsfehler zerstörte Bitfolge.

CAV. Konstante Winkelgeschwindigkeit.

CD-DA. s. Compact Disc-Digital Audio.

CD-DA Controller/Decoder. Wird zur Decodierung der CD-DA-Daten benötigt, die von einer CD-DA-Disc oder einer CD-I-Disc gelesen werden.

CD Device Driver. Unterster Software-Level zum Treiben eines CD-Laufwerks. Diese Software kommuniziert nur mit der CD-Control-Einheit. Sie befindet sich als festes Programm in einem ROM im CD-I-Player.

CD-Disc Master. Die Master Disc entsteht aus einer fotobeschichteten Glasplatte, die von einem Laser belichtet wird. Der Laser wird durch das digitale Anwenderprogramm ein- und ausgeschaltet. Auf dem CD-Disc Master entsteht die spätere Pit-Struktur der Disc.

CD Drive. Treiber-Mechanismus eines CD-Players.

CDFM. s. File Manager.

CD-Grafik. Technik zum Erzeugen von Text, Standbildern und bewegten Grafiken in CD-DA-Playern. Die Grafikinformation befindet sich in den Subcode-Kanälen R bis W. Geräte dieser Art gibt es z. Z. nur in Japan.

CD-I. s. Compact Disc-Interactive.

CD-I-Kanal. Der Hauptkanal einer CD-Track.

CD-Interactive Digital Audio. Im CD-I-System können Audioinformationen mit unterschiedlichem Qualitätslevel, außerdem Audiosignale einer CD-DA-Disc wiedergegeben werden.
Neben den 16-bit-PCM-codierten Audiodaten können 8-bit- oder 4-bit-ADPCM-Signale decodiert werden. Durch die ADPCM läßt sich die Datenrate auf der Disc um 50 % gegenüber einer CD-DA-Disc senken. Die verbleibenden 50 % können für andere Zwecke benutzt werden.
Für HiFi-Qualität auf der CD-I-Disc wird die Audioinformation in 8-bit-Worte umgewandelt. Die Abtastung erfolgt mit 37,8 kHz. Eine HiFi-Wiedergabe von der CD-I-Disc entspricht einer guten Schallplattenwiedergabe eines herkömmlichen Plattenspielers. In dieser Betriebsart ist eine Wiedergabe über 2 Stereo- oder 4 Monokanälen möglich.
Die Audioinformationen können bei gleicher Codiertechnik auch durch 4-bit-Wörter dargestellt werden. Dadurch reduziert sich die Wiedergabequalität auf den Qualitätsstandard einer guten UKW-Rundfunkübertragung. Die Wiedergabe ist hier über 4 Stereo- oder 8 Monokanäle möglich. Eine weitere Reduktion der Datenrate kann durch Absenken der Abtastfrequenz auf 18,9 kHz erfolgen. In dieser Betriebsart ist eine Wiedergabe über 8 Stereo- und 16 Monokanäle möglich. Die Qualität entspricht der einer guten AM-Rundfunkübertragung.
Es sollte beachtet werden, daß ein Audiokanal eine ununterbrochene Spielzeit von 70 Minuten ermöglicht. Die Wiedergabe von mehreren Audiokanälen kann nur mit einer Pause von 1 bis 4 Sekunden zwischen den einzelnen Kanälen erfolgen. Die Gründe

hierfür liegen in der Positionierungszeit des Lasers.
Eine andere Wiedergabemöglichkeit besteht darin, die 16 Audiokanäle parallel wiederzugeben. Hier kann 16mal die gleiche Geschichte, aber in unterschiedlicher Sprache, erzählt werden.
Die Audioinformationen können auf drei verschiedenen Wegen zum Ausgang gelangen:
1. von der Disc direkt zum 16-bit-CD-DA-Decoder (HiFi-Ton),
2. von der Disc direkt zum ADPCM – Decoder (HiF-ADPCM-Ton),
3. von der Disc in den RAM-Speicher; hier stehen die Audiodaten wiederholt zur Verfügung.

CD-Interactive Digital Video. Das CD-I-System ermöglicht die Wiedergabe von Bildern mit unterschiedlichen Qualitätsstufen. Die Qualitätsstufen unterscheiden sich in der Auflösung und der Anzahl der darzustellenden Farben. Für die Farbqualität eines Bildes ist die Art der Bildcodierung maßgebend. Für natürliche Bilder steht eine Komponenten-Codierung, für Grafik-Bilder eine CLUT- oder eine RGB-Codierung zur Verfügung.
Das CD-I-System arbeitet mit normalen TV-Geräten, unabhängig von der jeweiligen TV-Norm (525/625 Zeilen).
Insgesamt sind drei Disc-Formate spezifiziert:
1. 525-Zeilen-Format für NTSC,
2. 625-Zeilen-Format für PAL,
3. 525/625-Zeilen-Format für den internationalen Markt.
   Die Mindestauflösung beträgt 384 · 280 Pixel für ein volles Bildschirmformat und 320 · 210 Pixel für ein eingeschränktes Bildschirmformat (Sicherheitsbereich).
   Die Gesamtverzerrungen betragen 7 % für eine 525/625-Zeilen-Disc mit einem 525- oder 625-Zeilen-Decoder bzw. 3,6 % für kompatible Discs mit einem 525- oder 625-Zeilen-Decoder.
   Das CD-I-System erlaubt vielfältige Video-Trickmöglichkeiten, wie z. B. Überblenden, Wipes, Scrolling und andere Effekte.

CD-I-Sektor. Datenblock von 2352 Byte.

CD-I-Track. Spur auf einer CD-I-Disc, die nur Sektoren mit Mode-2-Aufzeichnungen enthält.

CD-Masterband. Masterband für die Aufnahme auf eine CD-DA-Disc. Das Masterband enthält alle Informationen, die auf eine CD aufgenommen werden sollen.

CD-Mastering. Aufnahmeprozeß, bei dem die Informationen des Masterbandes auf den CD-Glasmaster überspielt werden.

CD-ROM. s. Compact Disc Read Only Memory.

CD-RTOS. Betriebssystem des CD-I-Systems.

CD-RTOS Kernel. Kernel ist das Herz des CD-RTOS-Betriebssystems. Das Kernel übernimmt wichtige Funktionen der Datenverwaltung.

CD-Video. Optisches Speichersystem, das auf dem CD-DA-System aufbaut. Die Signale sind hier in analoger Form gespeichert. CD-Video-Discs gibt es mit den Abmessungen 12 cm, 20 cm und 30 cm Durchmesser. Die CD-Video-Technik ist kompatibel mit dem früheren Laser-Vison-Standard (Bildplatte).

Channel. Übertragungsstrecke zur Echtzeit-Übertragung von Daten.

Chroma Key. s. Color Key.

Chrominance. Farbinformation, enthält die Werte für Farbton und Farbsättigung eines Bildes.

CIRC. s. Cross-Interleaved Reed-Solomon Code.

CLUT. s. Color-Look-Up-Tabelle.

CLUT Animation. Technik im CD-I-System zum ständigen Wechsel der Farben in einer Grafik. Die Farben können aus 256 verschiedenen Farbwerten ausgewählt werden. Durch den ständigen Farbwechsel lassen sich einfache Effekte erzielen.

CLV. Constant Linear Velocity (Lineargeschwindigkeit).

Color-Look-Up-Tabelle. Tabelle zur Auswahl von Farbwerten bei der Darstellung eines Bildes. Jeder Eintrag ist ein absoluter RGB-Wert. Die Farbe kann durch Angabe einer absoluten Adresse ausgewählt werden.

Compact Disc. Optisches Speichermedium zum Speichern von digitalen Informationen mit hoher Speicherdichte.

Compact Disc-Digital Audio. Optisches Speichermedium für qualitativ hochwertige Musikwiedergabe. Das CD-DA-System ist eine gemeinsame Entwicklung der Firmen Philips und Sony. Die Markteinführung begann 1982.
Die Musikinformationen sind in Form von digitalen Daten auf der Disc gespeichert. Dadurch ist die Wiedergabe frei von Rauschen und Gleichlaufschwankungen.
Die Analog-Digital-Umwandlung erfolgt mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz und einer Quantisierung von 16 bit. Zur Kompensation von Übertragungsfehlern wird die CIRC-Fehlerkorrektur verwendet. Mit Hilfe der EFM-Kanalcodierung wird eine Bandbreite von 10 Hz bis 20 kHz bei einer Welligkeit von 0,2 dB erreicht.
Das Prinzip der optischen Abtastung basiert auf einem scharf gebündelten Laserstrahl, der eine Oberflächenstruktur (Pit-Struktur) auf der Compact-Disc abtastet. Die Pit-Struktur ist in Form einer spiralförmigen Spur auf der Disc aufgebracht. Die spiralförmige Spur hat eine Länge von ca. 5 km. Das von der Pit-Struktur reflektierte Laserlicht wird von einem Fotodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt.
Der Abtastvorgang geschieht mit einer Lineargeschwindigkeit von 1,25 m/s. Dadurch ändert sich ständig die Drehzahl der Disc.
Neben der eigentlichen Musikinformation befinden sich auf der Disc noch weitere Daten zur Steuerung des Displays. Diese Zusatzdaten sind in einem Subcode enthalten. Die Speicherkapazität des Subcodes ist so groß, daß neben den Musikinformationen noch Daten zur Datstellung von einfachen Grafiken und Textinformationen möglich sind.
Die gesamten Spezifikationen des CD-DA-Systems befinden sich in einem sog. «Red-Book».

Compact Disc Drive. Spezielles Laufwerk zum Lesen der digitalen Daten einer CD-ROM oder einer CD-I-Disc. Ein CD-I-Laufwerk kann auch Daten von einer CD-DA-Disc lesen.

Compact Disc-Interactive. Optisches Speichersystem für Multimedia-Informationen. Träger der Multimedia-Informationen sind Audio-, Video- und Textdaten.
Aus technischer Sicht basiert das CD-I-System auf dem CD-ROM-System. Die CD-I-Player jedoch basieren auf dem Konzept eines CD-DA-Players. Ein CD-I-Player ist unabhängig von einer externen Prozessor-Hardware.

Compact Disc-Read-Only Memory. Das CD-ROM-System ist eine Weiterentwicklung des CD-DA-Systems und wurde 1985 von Philips und Sony vorgestellt. Die Abmessungen der Disc und der Auslesevorgang sind identisch mit dem CD-DA-System. Das CD-ROM- und das CD-DA-System unterscheiden sich in der Anwendung. Die CD-ROM-Spezifikation legt lediglich fest, wie die Daten auf der Disc gespeichert werden, mehr nicht. Auf der CD-DA-Disc und auf der CD-ROM – Disc ist die Spur in einzelne Sektoren aufgeteilt.
Zur Fehlerkorrektur und zur Kanalcodierung werden der CIRC- und der EFM – Code verwendet.
Im Markt gibt es verschiedene CD-ROM – Laufwerke mit einer entsprechenden Schnittstelle zu Personalcomputern.

Compact Disc-Real-Time Operating System. Betriebssystem des CD-I-Systems. Mit Hilfe des CD-RTOS können im CD-I-

System Daten in Echtzeit verarbeitet werden. Die Besonderheiten des CD-RTOS sind im einzelnen:

- ☐ Multitasking-Fähigkeiten in Echtzeitbetrieb,
- ☐ Unterstützung verschiedener Rechenoperationen und Co-Prozessoren,
- ☐ Hardware-unabhängig,
- ☐ Behandlung verschiedener Suchbaum-Verzeichnisse auf der Disc,
- ☐ OS-9-kompatibel.

Das CD-RTOS teilt sich in die folgenden Hauptgruppen auf:

- ☐ Bibliotheken zur Aufnahme der Anwender-Bibliotheken,
- ☐ CD-RTOS-Kernel (Konsumerversion des OS-9-Kernel),
- ☐ Datenmanager zur Verwaltung der einzelnen Dateien,
- ☐ Treiber als Schnittstelle zur Hardware.

Computergrafik. Bilder, die durch Computerprogramme erzeugt werden.

Concealment. Verfahren zur Fehlerverdekkung in der digitalen Signalverarbeitung; das Verfahren basiert auf einem Interpolationsschema.

Configuration Status Descriptor. Legt die Konfiguration eines einzelnen CD-I-Gerätes fest.

Constant Angular Velocity. Konstante Winkelgeschwindigkeit; in dieser Betriebsart rotiert die Disc immer mit der gleichen Geschwindigkeit. Die Zeit für eine Umdrehung ist immer gleich.

Constant Linear Velocity. Konstante Abtastgeschwindigkeit; in dieser Betriebsart wird die Disc-Rotation der jeweiligen Position des Abtastsystems angepaßt.

CRC (Cyclic Redundancy Check). Fehlerkorrektur-Verfahren für die Subcode-Informationen im CD-DA-System.

Cross-Interleaved Reed-Solomon Code (CIRC). Fehlerkorrektur von Musik-Informationen im CD-DA-System. Der Fehlercode besteht aus zwei kreuzweise verschachtelten Reed-Solomon Codes.
Durch die CIRC-Fehlerkorrektur ist es möglich, Bündelfehler in der Größe bis zu 4000 Datenbits = 2,5 mm Spurlänge auf der Disc zu korrigieren.

Cursor. Kleines Grafikzeichen, das durch Eingabebefehle über den gesamten Bildschirmbereich geführt werden kann.

Cut. Standardeffekt bei der Nachbearbeitung von Film- und Videomaterial.

Cut und Paste. Elektronisches Verfahren zum Ausschneiden und Einfügen von Textstellen in eine Textdatei.

CVBS. Composite Video Broadcast Signal = FBAS-Signal; Standard-TV-Signal.

DAT (Digital Audio Tape). Internationaler Standard zur digitalen Aufzeichnung von Audiosignalen auf ein Magnetband. Die Aufzeichnung erfolgt in Schrägspuren. Das Magnetband befindet sich in einer Cassette, deren Abmessungen etwas kleiner sind als die einer Compact-Cassette. Das DAT-System erlaubt die Aufnahme und Wiedergabe von Audiosignalen mit mehr als 2 Stunden Spielzeit.

Delta-Modulation. Besondere Form einer Differential-PCM, in der für einen Abtastwert nur 1 bit benötigt wird.

Delta YUV. Effizientes Bildcodierverfahren zur Digitalisierung von natürlichen Bildern.

Differential-PCM (DPCM). Die Differential-PCM ist eine besondere Form der PCM. Sie macht sich den Vorteil zunutze, daß sich zwei benachbarte Abtastwerte nur unwesentlich voneinander unterscheiden.
Im CD-I-System wird die DPCM zur Codierung der Videoinformationen benutzt.

Direkte RGB-Codierung. Bildcodierverfahren im CD-I-System zur Erzeugung von qualitativ hochwertigen Videobildern. In diesem Verfahren wird jedes Pixel durch ein 5-bit-Wort für jede RGB-Komponente dargestellt.

Directory-Datensatz. Datensatz in einer Datei, in der ein Inhaltsverzeichnis vorhanden ist.

Disc Map. Datenorganisation auf einem Masterband, mit dem eine Disc aufgenommen werden soll.

Display Controller. Einrichtung im CD-I-Player, um Pixel-Daten auf die zwei RAM-Bereiche verteilen zu können.

Display Control Programm (DCP). Sammlung verschiedener Steuerkommandos für den Bildschirm, die während des horizontalen oder vertikalen Bildrücklaufs ausgeführt werden. Mit diesen Befehlen können z. B. die Hintergrundfarbe, Bildschirmparameter oder Farben aus der CLUT-Farbtabelle bestimmt werden.

Display-Auflösung. Anzahl der Bildpunkte, die auf einem Bildschirm dargestellt werden können.

Dissolve. Bildschirmeffekt zum Überblenden zwischen zwei Videobildern.

Doppelte Auflösung. Die Anzahl der horizontalen Bildpunkte wird verdoppelt, die Anzahl der vertikalen Bildpunkte bleibt.

Drawmap. Datenblock im RAM, der vom User Communications Manager zur Speicherung von Bildern festgelegt wird.

Dynamisches Laden. Verfahren im CD-I-System zum Laden einer Farbe aus der CLUT-Farbtabelle während der horizontalen Rücklaufperiode (bis zu 4 Farben) oder der vertikalen Rücklaufperiode (bis zu 256 Farben).

Eight-to-Fourteen Modulation (EFM). Kanalcode im CD-System; mit Hilfe der EFM wird das im NRZ-Format vorliegende, quellcodierte Signal an die Kanaleigenschaften des CD-Übertragungskanals angepaßt. Die EFM besitzt eine Minimum-Run-Length von 3 bit und eine Maximum-Run-Length von 11 bit. Eine binäre 1 wird durch eine Flanke und eine binäre 0 durch den Pegel zwischen zwei Flanken dargestellt. Jedes 8-bit-Datenwort eines Sektors wird in ein 14-bit-Wort umgewandelt. Die einzelnen 14-bit-Wörter werden zusätzlich mit 3 Koppelbits versehen. Zur Kennzeichnung des Sektoranfangs und zur Synchronisation des Players werden am Anfang des Sektors 24 Synchronbits hinzugefügt.

End-of-File Bit (EOF). Bit innerhalb eines Byte im Subheader. Im letzten Sektor einer Echtzeitdatei wird das EOF-Bit 1.

End-of-Record Bit (EOR). Bit innerhalb eines Byte im Subheader. Im letzten Sektor eines Echtzeitdatensatzes wird das EOR-Bit 1.

Error Correction. Fehlerkorrektur.

Error Correction Code. Fehlerschutzcode zur Korrektur von fehlerhaften Datenwörtern in einem Computersystem.

Extendend Disc. Hypothetische Disc, die alle Möglichkeiten eines voll aufgerüsteten CD-I-Decoders testen kann.

Fade. Technik zum weichen Aus- bzw. Einblenden eines Videobildes.

File. Datei mit logischen Befehlen.

File-Descriptor-Datensatz. Sektor in allen CD-I-Dateien; dieser Sektor enthält Angaben über die Sektornummer, den Namen und die Größe der Datei. Diese Angaben sind erforderlich, um eine Datei auf der Disc finden zu können.

File Manager. Softwaremodule zur Unterstützung der Datenverwaltung im CD-I-System.

File Structure Volume Descriptor. Datensatz im Disc-Label; dieser Datensatz enthält alle wichtigen Angaben zum Inhalt einer Disc.

File Protection. Einrichtung, die den Zugriff zu einer Datei nur mit einem Codewort erlaubt.

Flowchart. Diagramm, das die Struktur eines CD-I-Programms aufgliedert.

Form Bit. Bit eines Byte im Subheader; es gibt an, ob die Daten in Form 1 oder Form 2 aufgenommen wurden.

Form 1. Sektorformat im CD-I-System; die Fehlererkennung und Fehlerkorrektur erfolgt nach dem EDC/ECC–Verfahren. Es entspricht dem CD-ROM–Mode 1.

Form 2. Sektorformat im CD-I-System; anstelle der EDC/ECC-Fehlerkorrektur wird hier ein zusätzlicher Datenblock zur Fehlerkorrektur verwendet. Dieses Format entspricht dem CD-ROM–Mode 2.

Frame.
1. In der Computertechnik eine Ansammlung von Bits auf einem Magnetband.
2. Einzelnes Bild auf eine Film.
3. Bild auf einer Bildröhre nach einer vollen vertikalen Abtastperiode.
4. Im CD-DA-System ein Datenblock mit Musikinformation, Subcode-Information und Daten für die Fehlerkorrektur.

Genlock. Möglichkeit im CD-I-Player, das Hintergrundbild mit einem externen Videosignal zu synchronisieren, z. B. durch Interaktion mit einer externen Videoquelle.

Glass Master. Optische Master-Disc; besteht aus einer Glas-Disc, die mit einem fotoempfindlichen Material beschichtet ist und von einem Laserstrahl belichtet wird. Die entstehende Struktur entspricht der späteren Pit-Struktur auf der CD.

Global Dissolve. Videoeffekt, Überblenden über das gesamte Bild.

Global Fade. Videoeffekt, Aus- oder Einblenden über das gesamte Bild.

Global Search. Suchoperation zum Auffinden einer Datei.

Granulation. Videoeffekt, bei dem die Auflösung eines Bildes reduziert wird, ohne daß sich die Bildgröße verändert.

Grafik-Cursor-Funktion. Funktion des User Communication Manager zu Festlegung der Größe, Farbe und Position des Cursors.

Grafik-Draw-Funktion. Funktion des User Communication Manager; diese Funktionen werden beim Erzeugen einer Drawmap benötigt.

Green Book. Offizieller Name der CD-I-Spezifikation.

Horizontal Line Update. Modifikation aller Informationen oder einer Teilinformation einer einzigen Zeile in einem Videosignal.

Horizontale Rücklaufphase. Zeit, während der ein Elektronenstrahl auf der Bildröhre zurück zum Anfang einer Zeile läuft.

Hyper-Media. Ein Ausdruck für eine Textsammlung, die aus verketteten Datenbanken besteht. Die gespeicherten Daten können aber auch in Form von Musik-, Video- oder Grafikdaten bestehen.

Icon. Grafisches Zeichen, Symbol.

Ideenmappe. Ideenkatalog einer CD-I-Applikation.

Image. Volle oder reduzierte Darstellung eines Bildes auf einem Bildschirm.

Interaktives Laser-System. CD-System, das aus einem Laser-Vision-Laufwerk und einem Mikroprozessor besteht.

Interlace. Verfahren zum Bildaufbau in einer Bildröhre. Ein komplettes Bild wird aus zwei Teilbildern erstellt. Die Zeilen des zweiten Teilbildes werden zwischen die Zeilen des ersten Teilbildes geschrieben.

Interleaving. Verfahren im CD-I-System, um Datenblöcke miteinander zu verschachteln.

International Standard Recording Code (ISRC). Ein von den Herstellern verwendeter Code für Angaben über das Herkunftsland, Eigner, Jahr und Seriennummer der einzelnen Programmtitel.

Interpolations-Schema. Methode zur Fehlerkorrektur.

InVision. Programmierwerkzeug von Microware zur Entwicklung einer Anwender-Schnittstelle. Bei den meisten CD-I-Playern ist das InVision in einem ROM gespeichert.

I/O-Funktionen. Funktionen zur Steuerung des Datentransports im CD-I-Player.

Kernel. Zentraler Baustein des CD-RTOS.

Lead-In-Bereich. Einlaufbereich der CD-Disc (Track 0). Im Lead-In befindet sich das Inhaltsverzeichnis der Disc.

Lead-Out-Bereich. Auslaufbereich der CD-Disc (Track $AA). Letzte Spur auf der Disc.

Line-Control-Tabelle. Eine zweidimensionale Anordnung von Instruktionen; jede Reihe entspricht einer Bildschirmzeile.

Line Hold, Line Repeat. Vertikale Mosaikgrafiken werden durch Halten und Wiederholen einzelner Zeilen erstellt.

Line Multiplication. Technik im CD-I-System zur Erhöhung der Auflösung bei Systemen, die nur eine normale Auflösung ermöglichen.

Linear Mode. Präsentation von Informationen in einer fortlaufenden Sequenz.

Line Update. Aktualisierung einer einzelnen Zeile oder eines Zeilenpaares.

Linker. Softwarebaustein zum Verbinden von Softwaremodulen.

Load Time. Ladezeit; die Zeit, die benötigt wird, bis ein komplettes Bild auf dem Bildschirm erscheint.

Local Dissolve. Videoeffekt, Überblenden im Teilbereich eines Bildes.

Local Fade. Videoeffekt, Ein- oder Ausblenden im Teilbereich eines Bildes.

Local Search. Suchoperation im Teilbereich einer Datei oder Datenbank.

Luminance. Leuchtdichtewert einer Lichtquelle.

Matte. Transparenter Bereich in einer Bildebene, bei dem ein Hintergrundbild durchscheint (Schabloneneffekt).

Media Palette. Im CD-I-System verfügbare Technik zum Abspeichern von Informationen.

Memory Module. Name für einen Speicherblock, in dem Daten durch das CD-RTOS abgelegt werden können.

Metallvater. Preßmatrize im Herstellungsprozeß einer Disc. Der Metallvater wird direkt vom Glass Master abgeleitet.

Mode 1. Format eines Sektors auf einer CD-ROM. Ein Mode-1-Sektor enthält zusätzliche Daten zur EDC/ECC-Fehlerkorrektur.

Mode 2. Format eines Sektors auf einer CD-ROM. Ein Mode-2-Sektor enthält anstelle der EDC/ECC–Daten ein zusätzliches Datenfeld.

Mode Byte. Byte im Header eines Sektors auf einer CD-ROM; die Wertigkeit des Mode Byte ist eine Aussage darüber, ob das Format des Sektors in Mode 1 oder Mode 2 aufgenommen wurde.

Mosaikgrafik. Im CD-I-System eine Art der Bildauflösung.

Multiplane. Ein Videobild, in dem verschiedene Bilder übereinander dargestellt werden.

Natürliche Bilder. Bilder, die realistisch (natürlich) erscheinen sollen.

Nichtlineare Quantisierung. Quantisierungsart, bei der jeder Abtastwert durch ein unterschiedlich breites Datenwort gebildet wird.

NV-RAM. Nichtflüchtiger RAM-Speicher.

Optical Disc. Disc, auf der die Daten in digitaler Form gespeichert sind. Die Abtastung der digitalen Informationen erfolgt mit Hilfe einer Lichtquelle.

OS-9. Betriebssystem für Echtzeit-Verarbeitung; bildet das Basisbetriebssystem für das CD-RTOS.

Overlay. Überlagerung von zwei Bildern auf einem Bildschirm.

Overlay Control. Technik im CD-I-System, um den Transparenteffekt zweier Bilder zu steuern.

Overscan. Mit dieser Technik tastet der Elektronenstrahl einer Bildröhre den gesamten Bereich des Bildschirmes ab.

Panning. Technik zum Verteilen eines Mono-Audiosignals auf verschiedene Audiokanäle.

Parent Directory. Unterverzeichnis.

Partial Update. Technik, bei der nur Teile einer Bildinformation aktualisiert werden.

P-Kanal. Flag-Bit-Datenkanal im Subcode des CD-DA-Systems.

PCM Audio.
1. Pulse Code Modulation, digitalisiertes Audiosignal,
2. Datenform im CD-DA-System.

Pixel. Kleinster darstellbarer Bildpunkt auf einem Bildschirm.

Pixel Aspect Ratio. Seitenverhältnis eines Bildpunktes.

Pixel Hold. Verfahren, um die Auflösung eines Bildes zu reduzieren.

Pixel Pairing. Pixelpaare erscheinen in Bildern, die durch eine 3-bit- oder 4-bit-Run-Length-Codierung erzeugt werden. Zwei Pixel werden durch ein Byte dargestellt.

Pixel Repeat. Optischer Effekt, bei dem ein Pixelwert mehrmals aus einem Speicher gelesen wird. Dieses Verfahren wird im CD-I-System bei CLUT- oder RGB-5:5:5-Bildern verwendet.

Plane. Bildebene auf einem Bildschirm.

Play Control List. Datenstruktur im CD-I-System.

Programmbereich. Bereich auf der CD, in dem sich das Anwenderprogramm befindet. Im Programmbereich können bis zu 99 Titel untergebracht werden.

Q-Kanal. Datenkanal im Subcode des CD-DA-Systems. Im Q-Kanal befinden sich Steuerdaten zur Identifikation der Spuren und des Indexes sowie Daten zur Steuerung des Displays.

Quantisierung. Zuordnung eines bestimmten digitalen Wertes zu einem analogen Abtastwert.

RAM. Random Access Memory, Schreib-Lese-Speicher mit wahlfreiem Zugriff.

Random Error. Zufallsfehler.

Real-Time-Sektor. Datenbereich auf der CD-I-Disc, in dem Echtzeitdaten gespeichert sind.

Record. Datensatz.

Rectangular Update. Im CD-I-System einer von zwei möglichen Updates in einem Bild

Red-Book. Offizieller Name für die CD-DA-Spezifikation.

Region. Software-Einrichtung im User Communication Manager zur Eingrenzung eines Bildbereiches bei der Erstellung einer Drawmap.

Retrieval. Leseprozeß beim Suchen von Daten auf der Disc.

RGB-Codierung. Technik zur Bildcodierung bei der Umwandlung eines analogen Videosignals in ein digitales Videosignal.

Bei der RGB-Codierung wird jede Farbkomponente (Rot, Grün und Blau) einzeln codiert.

ROM. Festwertspeicher, aus dem Daten nur gelesen werden können.

RTOS. Real-Time Operating System, Betriebssystem zur Verarbeitung von Echtzeitdaten.

RTRI. Real-Time Record Interpreter, Interpreter zur Analyse von Echtzeitdatensätzen.

Run-Length. Im Datenstrom Anzahl des Bits zwischen zwei Pegelübergängen.

Run-Length-Codierung. Verfahren zur Bildcodierung im CD-I-System.

Scrambling. Technik zum Verschachteln von Daten.

Scroll. Videoeffekt.

Sektor. Kleinste Einheit einer adressierbaren Datei im CD-ROM- oder CD-I-System. Ein Sektor besteht aus 2352 Byte.

Sound-Gruppe. Datenfeld in einem ADPCM-Audiosektor.

Soundmap. Vom UCM im RAM festgelegter Speicherbereich zum Abspeichern von ADPCM–Daten.

Sound-Parameter. Filter- und Pegelparameter innerhalb einer Sound-Gruppe.

Subcode-Kanal. Datenkanäle P bis W im CD-DA-System. Die Subcode-Kanäle enthalten Steuerdaten.

Subheader. Datenstruktur innerhalb eines CD-I-Sektors.

Subscreen. Teil einer Bildschirmdarstellung.

Superimpose. Videoeffekt, bei dem ein von einem Computer erzeugtes Bild über ein Bild aus einer anderen Quelle gelegt wird.

Synchronisation. Verfahren im CD-I-System zur Synchronisation mehrerer gleichzeitig ablaufender Programme. Die Synchronisation wird durch das CD-RTOS sichergestellt.

Synchronisations-Feld. Datenfeld im CD-ROM- und CD-I-Format. Die ersten 12 Byte eines Sektors enthalten eine Information zur Synchronisation.

Table of Contents. Subcode-Information auf einer CD-DA-Disc.

Transparent-Bit. Bit im CD-I-System zur Steuerung eines Transparenteffekts.

U. Abkürzung für die codierte Blau-Komponente eines Videosignals.

UCM. Daten-Manager im CD-RTOS.

User Interface. Schnittstelle zum Anwender.

User-Status. Zustand, in dem der Systemprozessor abgeschaltet ist und der Anwender Daten in das System eingibt.

V. Abkürzung für die codierte Rot-Komponente eines Videosignals.

Video Error Concealment. Verfahren in der digitalen Videotechnik zum Korrigieren von Übertragungsfehlern.

Video-Ein-/-Ausgang. Videoschnittstelle zum Anschließen eines Computers.

Wipe. Videoeffekt, bei dem sich ein Bild über ein anderes Bild schiebt.

WORM. Write-Once, Read-Many (Times), optisches Speichermedium, das einmal beschrieben und dann nur noch gelesen werden kann.

X-Y-Eingabegerät. Eingabegerät zur Positionierung des Cursors auf dem Bildschirm (Maus, Joystick u. ä.).

Y-Komponente. Helligkeitsinformation in einem Videosignal.

Yellow Book. Offizieller Name der CD-ROM-Spezifikation.

YUV. Abkürzung für ein Videosignal, das aus den Komponenten Y (Helligkeit), U (Blau-Information) und V (Rot-Information) besteht.

YUV–Codierung. Codierverfahren in der digitalen Videotechnik. Jede Komponente wird durch einen eigenen Digitalwert dargestellt.

C: Einführung in das CD-RTOS und in das InVision

Das CD-RTOS bildet das Betriebssystem des CD-I-Systems. Es paßt die Anwendersoftware an die Eigenschaften der Hardware an.

CD-RTOS ist ein neuer Name für ein ausgereiftes Betriebssystem, das unter dem Namen OS-9 bekannt ist. Das OS-9-Betriebssystem wurde Ende der 70er Jahre für den Mikroprozessor 6809 entwickelt und 1983 für den Mikroprozessor 68000 angepaßt. Beide Prozessortypen finden eine große Verbreitung in der Prozeßsteuerung und in Personalcomputern. Verschiedene Versionen des OS-9 werden z.B. in den Personalcomputern Tandy Color und ATARI-ST eingesetzt.

Der überwiegende Teil des OS-9 kann an das CD-RTOS adaptiert werden. Die Änderungen beschränken sich im wesentlichen auf die Anpassung an einen neuen Terminaltyp. Aus der Sicht des Betriebssystems besteht die hochentwickelte CD-I-Hardware lediglich aus einer Konfiguration neuer Ein-/Ausgabegeräte.

Die Entstehung des CD-RTOS ist die Ursache dafür, daß das CD-I-Grundsystem Fähigkeiten hat, die vom Benutzer nicht voll ausgeschöpft werden können.

Basiskonzept

Prozesse

Betriebssysteme wie MS-DOS oder das im MacIntosh installierte unterstützen keinen Multitasking-Betrieb. Im CD-I-Player entstehen beim Lesen der Disc-Daten mehrere Datenströme, die gleichzeitig verarbeitet werden müssen. Hinzu kommen die Daten der Eingabegeräte. Das CD-RTOS wurde deshalb so gestaltet, daß mehrere Programme gleichzeitig ohne Einschränkungen ablaufen können.

Während das CD-RTOS die Disc-Daten verarbeitet, können bis zu acht Ein-/Ausgabefunktionen durchgeführt werden. Die Bedienung aller acht Ein-/Ausgänge fordert jedoch fast die gesamte Prozessorleistung.

Während der Prozessor nicht mit dem CD-RTOS beschäftigt ist, kann er für die Anwendersoftware zur Verfügung stehen, denn die Anwenderprogramme benötigen nicht mehr als einen Task (im CD-RTOS werden Prozesse mit Tasks bezeichnet).

Durch geschickte Ausnutzung der Multitasking-Fähigkeiten kann ein Programmentwickler den Ablauf eines Programms zeitlich optimieren. Wartet z.B. das Programm auf eine Eingabe der Tastatur, sollte der Entwickler versuchen, die ungenutzte Prozessorzeit in den Programmablauf mit einzubinden.

Module

Computerprogramme setzen sich aus Maschinenbefehlen (Maschinencodes) und Daten zusammen. Maschinencodes können in Programm-Module zusammengefaßt werden, die sich auf der Disc, in einem ROM oder in einem RAM befinden. Jedes Modul wird durch einen Namen gekennzeichnet.

Programme bestehen aus einem oder mehreren Modulen. Zwischen einzelnen Programmen können Module ausgetauscht werden. Module können in einem Zwischenspeicher abgelegt werden und jederzeit wieder aus dem Speicher gelesen werden.

CD-I-Programme sollten sehr flexibel sein. Aus diesem Grund ist es erforderlich, daß ein CD-I-Programm auf mehrere Module verteilt wird.

So kann es z.B. ein Display-Support-Modul geben, das je nach Bedürfnis des Anwenders den Display-Typ oder die Art des Eingabegerätes usw. festlegt. Der Programmentwickler muß dann nur für jeden Display-Typ usw. ein eigenes Programm-Modul schreiben.

Das CD-RTOS-Betriebssystem besteht aus einer Reihe von Modulen, das bedeutet eine große Flexibilität. Dadurch reduziert sich die Anpassung an eine neue Hardware auf das Auswechseln einiger Programm-Module. Eine völlige Neuanpassung des Betriebssystems entfällt.

Ein- und Ausgänge

Die Schnittstellen des CD-RTOS zu den Ein-/Ausgängen sind annähernd gleich. Zum Öffnen einer Datei oder eines Gerätes muß das Programm den Namen der Datei bzw. des Gerätes nennen. Durch das Öffnen wird auch der Suchpfad für weitere Operationen festgelegt.

Directories

Das CD-RTOS kann Dateien in einzelnen Directories (Dateiverzeichnissen) mit unterschiedlicher Tiefe anlegen. Die Directories sind nach dem Suchbaumprinzip (Root Directory) angeordnet. Durch Angabe des Suchpfades kann eine Datei leicht gefunden werden.

Um das Eingeben von langen Pfadnamen zu erleichtern, unterstützt das CD-RTOS zwei voreingestellte Directories: eines für die auszuführende Datei, das andere für alle weiteren Dateien. Jeder Pfadname (entspricht dem Namen einer Datei oder eines Gerätes), der nicht durch einen Schrägstrich getrennt wird, legt das voreingestellte Directory fest.

Die einzelnen Baugruppen des CD-RTOS

Die wichtigste Baugruppe des CD-RTOS ist das Kernel. Dieses Modul unterstützt die Leistungen, ohne die ein modernes Betriebssystem nicht arbeiten kann. Ein- und Ausgangsfunktionen werden nicht direkt vom Kernel aus bearbeitet. Für diese Funktionen werden eigene Module, die Datenmanager, verwendet.

Die Datenmanager erledigen die geräteunabhängigen Aufgaben der Ein-/Ausgabesteuerung. Die wichtigsten Datenmanager im CD-RTOS sind der CDFM und der UCM. Der CDFM verwaltet die Dateien auf der Disc und der UCM die Dateien für die CD-I-Anwenderschnittstellen.

Für CD-I-Player mit erweiterten Leistungsmerkmalen stehen weitere Datenmanager des OS-9 zur Verfügung. Einer dieser Datenmanager ist der RDF (Random Block File Manager), der Dateien auf größeren Speichergeräten (wie Festplatten und Diskettenlaufwerken) verwaltet.

Ein weiterer Datenmanager ist der SCF (Sequential Character File Manager) der die Datenverwaltung für Datensichtgeräte, Modems und Drucker ausführt. Mit Hilfe des NFM (Network File Manager) kann vom CD-RTOS aus ein Netzwerk aufgebaut werden.

Die Datenmanager sind unabhängig von der angeschossenen Hardware. Die Verbindung zur Hardware wird durch entsprechende Gerätetreiber sichergestellt. Die Gerätetreiber bekommen Namen, so daß sie von den Datenmanagern und somit wiederum vom Anwender angesprochen werden können.

Programmierung der CD-I

Der CD-I-Datenmanager

Um den CD-I-Datenmanager (CDFM) besser verstehen zu können, ist es sinnvoll, sich noch einmal das Format der Disc und die Entstehungsgeschichte des CD-I-Systems zu vergegenwärtigen.

Das CD-I-System basiert auf dem CD-DA-System. Beim Zugreifen auf einen bestimmten Audiotitel im CD-DA-System können Wartezeiten bis zu einer Sekunde auftreten.

Die Geschwindigkeit, mit der die Disc-Information abgetastet wird, ist normalerweise fünfmal höher, als ein Gerätetreiber in einem Computer arbeitet. Durch die Möglichkeit des wahlfreien Zugriffs auf ein Disc-Programm wird die Geschwindigkeit des Datenstroms jedoch stark reduziert.

Bei der Verarbeitung von Daten im Echtzeitbetrieb muß diese mögliche Unterbrechung des Datenstroms berücksichtigt werden. Es ist deshalb notwendig, die Daten auf der Disc so verschachtelt anzuordnen, daß die benötigten Informationen möglichst nahe beieinanderliegen. Dateien mit Echtzeitdaten sind auf der Disc gesondert als Echtzeitdatensätze gekennzeichnet. Diese Echtzeitdatensätze werden vom CDFM beachtet und bevorzugt behandelt.

Die Befehle des CDFM sind nicht mit den Befehlen herkömmlicher Datensystem zu vergleichen. Der Befehl PLAY COMMAND öffnet die Daten-Transferwege so schnell wie möglich und läßt die Daten von der Disc in den Speicher laufen.

Das Programm, das den Befehl PLAY COMMAND aufruft, kann den Datenstrom leiten. Die Datengeschwindigkeit kann das Programm aber nur verändern, wenn die Daten von der Disc richtig ausgesucht werden. Das aufrufende Programm muß sich an der räumlichen Anordnung der Daten auf der Disc orientieren.

Der Befehl PLAY COMMAND verteilt den Datenstrom von der Disc auf vier Wege; drei davon führen in den Speicherblock. Diese Wege können von audio-,

video- und programmverwandten Daten benutzt werden. Der vierte Weg führt direkt zum Audioprozessor. Durch die Kennzeichnung der Datenblöcke weiß der CDFM, wohin die gelesenen Daten zu verteilen sind.

Jeder Logic-Datensatz innerhalb einer Echtzeitdatei hat eine Kanalnummer, die bei der Entwicklung der Disc vergeben wird. Ein CD-I-System unterstützt 32 Kanäle. Hiervon können 16 Kanäle für alle Datentypen verwendet werden. Die verbleibenden 16 Kanäle können für alle Daten (außer Audiodaten) benutzt werden. Der CDFM läßt sich so programmieren, daß die Kanalnummer im Logic-Datensatz herausgefiltert und der entsprechende Datenkanal ausgewählt werden kann. Es ist hierbei gleichgültig, ob der PLAY COMMAND für eine Abtastung einen, mehrere oder alle Datenkanäle verwendet.

Durch sorgfältige Zuteilung der Datenkanäle kann eine Echtzeitanwendung wesentlich beeinflußt werden. Insgesamt gibt es 4294967295 verschiedene Möglichkeiten, die Datenkanäle zu belegen.

Durch eine Channel Selection Mask können zwischen einzelnen Echtzeit-Datensätzen verschiedene Kanalkombinationen ausgetauscht werden. Dadurch ergeben sich noch mehr Kanalkombinationen.

Die einfachste Möglichkeit, eine Disc abzuspielen, besteht darin, die Audiodaten nacheinander abzutasten. Dies kann ohne Mitwirkung des Programms geschehen. In diesem Fall existiert nur ein aktiver Datenweg, direkt von der Disc zum Audioprozessor. Die Programmsteuerung für eine mehrstündige Musikwiedergabe öffnet dann die Audiodateien und führt einen PLAY COMMAND aus. Die gelesenen Daten werden vom PLAY COMMAND in einen Pufferspeicher befördert. Mit Hilfe des Play-Control-Blocks (PCB)und der drei Play-Control-Listen (PCL) werden die Speicherplätze vorgegeben. Der Play-Control-Block enthält die Steuerbefehle für den Play Command und einen Zeiger für die PCL.

In den PCLs befinden sich ausführliche Informationen, die der CDFM zur Steuerung der Pufferspeicher benötigt.

Jeder Eintrag in die PCL besteht aus Kontroll- und Steuerfelder, einem Zeiger für den Puffer, einem Zeiger für den nächsten PCL-Eintrag und einer Signalnummer, die der CDFM an das Programm schickt, wenn auf der Disc ein Trigger-Interrupt vorhanden ist.

Während der Zeit, in der der CDFM einen Pufferspeicher lädt und bis zum Ende eines neuen Sektors, kann es passieren, daß das Programm die Bearbeitung eines Pufferinhalts unterläßt. Ist ein Pufferspeicher voll, geht der CDFM zum nächsten Eintrag in der PCL über. Steht kein Puffer zur Aufnahme von Daten bereit, gibt der CDFM die Daten direkt an den Audioprozessor ab. Um dieses Problem zu vermeiden, sollte der Programmentwickler zwei oder mehrer Eintragungen in jede PCL schreiben. Bei mindestens zwei Eintragungen kann der CDFM einen Puffer laden, während das Programm den Inhalt des anderen Puffers abarbeitet.

Die Zusammensetzung der einzelnen Verbindungen innerhalb der PCL bleibt dem Programmentwickler überlassen.

Mit dem Start eines Play Command beginnt der CDFM seine Arbeit. Die Steuerung des CDFM erfolgt hierbei durch den Play-Command-Block, die tatsächliche

Operation findet aber im CDFM statt.

Während die Daten von der Disc zum Audioprozessor fließen, ist der Mikroprozessor frei für andere Arbeiten. In diesem Fall kann der Mikroprozessor Grafiken zeigen oder einen Text-Editor aufrufen.

Abspielen von CD-DA-Dateien

Das Abspielen von CD-DA-Dateien (16 bit Digital-Audio) nutzt die gesamte Bandbreite eines CD-I-Sytems aus. Deswegen können keine anderen Daten mit dem Audiosignal zusammengeführt werden. Dadurch wird die Arbeit des Mikroprozessors und der Videoprozessoren auf die Daten beschränkt, die vor dem Abspielbefehl im RAM gespeichert waren. Die Wiedergabe von CD-DA-Dateien wird durch einen besonderen Befehl des CDFM ausgeführt.

Abspielen von CD-I-Dateien

In vielen Fällen läßt der CDFM die CD-I-Dateien wie RDF-Dateien erscheinen, d. h., die Dateien haben eine Hierarchie im Directory und können durch einen wahlfreien Zugriff geöffnet und abgetastet werden. Da der CDFM den Inhalt einer Datei während der Verarbeitung eines Read-Befehls ignoriert, stellt der Read-Befehl eine wirksame Methode dar, Daten einfach von der Disc zu lesen. Der Read-Befehl ist besonders für die Dateien angebracht, die nur Computerdaten enthalten.

Der User Communications Manager UCM

Der User Communications Manager bildet den Datenmanager im CD-RTOS, der die Daten der Anwenderschnittstelle verwaltet. Über die Anwenderschnittstelle erfolgt hauptsächlich die Interaktion mit dem CD-I-System. Die vier wichtigsten Schnittstellen sind die Schnittstelle für die Video- und Audiosignale, die Tastatur und das X-/Y-Eingabegerät.

Dateneingabe durch die Tastatur

Über einen Read-Befehl an den UCM können die über die Tastatur eingegebenen Schriftzeichen an das CD-I-System übertragen werden. Die Steuerung des Read-Befehls kann auch durch ein Programm über den UCM ausgeführt werden.

Da der Tastatureingang vom CD-RTOS gepuffert wird, stehen die Tastaturdaten sofort nach dem Read-Befehl zur Verfügung. Über den UCM kann das Programm erfahren, wieviel Daten im Tastaturpuffer warten, und entsprechend entscheiden.

Dateingabe über ein X-/Y-Eingabegerät

Die einfachste Art für eine X-/Y-Eingabe besteht darin, die PT-Funktion zu benutzen. Um jederzeit die genaue Position der X-/Y-Eingabe zu erhalten, muß das Programm die Schnittstelle über den UCM ständig abfragen. Das ständige Abfragen der Position ist jedoch aufwendig. Aus diesem Grund wird durch den UCM die Position nur dann abgefragt, wenn sich die Eingabe verändert.

Audioausgang

Die Steuerung des Audioausgangs betrifft hauptsächlich die Verwaltung der Soundmaps. Die Informationen in einer Soundmap-Datei sind in einzelne Tongruppen aufgeteilt. Mit Hilfe einer UCM-Funktion können Soundmap-Strukturen entworfen werden, die dann mit Audiodaten gefüllt werden.

Alle UCM-Tonmanipulationen werden mit Hilfe von Soundmaps ausgeführt. Mit zwei UCM-Funktionen können zwei Soundmaps zu einer dritten Soundmap verschmolzen werden: So kann aus zwei Mono-Soundmaps eine dritte Stereo-Soundmap gebildet werden. Die Verbindung der Audioinformation erfolgt hier nicht wie in einem herkömmlichen Audiomixer, es werden lediglich Datenkanäle zusammengeführt.

Die Zeit, die eine Soundmap-Information benötigt, um den Codierungsprozeß zu durchlaufen, wird durch die Zahl der Tongruppen und der Codierungsart bestimmt. Durch das Einfügen von Schleifen kann diese Zeitspanne erheblich erweitert werden.

Eine UCM-Funktion kann eine Schleife einfügen, in der die erste und die letzte Nummer einer Tongruppe eingegeben wird. Eine Rückschleife kann benutzt werden, um einen gleichmäßigen Ton für eine vorgegebene Dauer zu verlängern.

Die Fähigkeiten der Audio-Schleifenbildung sind noch nicht genau definiert. Es ist denkbar, mehrere Schleifen in einer Soundmap-Datei zu benutzen. So wäre es möglich, lauten Beifall, gefolgt von rhythmischem Klatschen und dann auslaufenden einzelnen Klatschgeräuschen, in einer «Beifall-Schleife» zu kombinieren.

Es gibt zwei UCM-Funktionen, die Audiodaten direkt, ohne Berührung mit irgendwelchen Soundmaps, an den Audioprozessor abgeben. Eine Funktion entspricht einer Pegel- und Balance-Einstellung.

Videoausgang

Drawmaps bilden die UCM–Daten-Struktur für den Videoausgang. Drawmaps können mit einem Play Command oder mit einem Program Control vom CDFM geladen werden. Der UCM unterstützt eine große Anzahl Drawmap-Operationen. Diese Operationen können viele Arten von Drawmaps kontrollieren und Schriftzeichen oder Grafiken darstellen.

Text

Der UCM unterstützt viele Textarten und liefert Hilfsmittel, um Textinformationen in eine Drawmap schreiben zu können. Die Hilfsmittel können in zwei Gruppen aufgeteilt werden: Eine Gruppe behandelt die Drawmaps wie ein Videoterminal, die andere Gruppe behandelt die Drawmaps als das, was sie sind, als Ansammlung verschiedener Bitmuster.

Arbeitet das Programm mit einem Videoterminal, werden alle Eigenschaften eines einfachen Terminals unterstützt. Die Bildschirmsteuerung erfolgt durch das CD-RTOS mit dem Befehl I$Write.

Durch eine Terminal-Emulation kann die volle CD-I-Video-Leistung nicht voll ausgenutzt werden. Für viele Anwendungen reicht die Terminal-Emulation aber aus.

Mit Hilfe der Text-Drawing-Command-Befehle kann der UCM auch Texte auf dem Bildschirm zeichnen. Steuercodes werden in den Text-Drawing-Command-Befehlen nicht verwendet. Das bedeutet zwar mehr Arbeit für das Programm, hat aber den Vorteil, daß einzelne Zeichen genauer positioniert werden können.

Durch die Emulation ist eine Positionierung nur auf einer Linie möglich.

Schriftarten (Fonts)

Der UCM unterstützt ebenfalls verschiedene Schriftarten, die in einzelne Datenmodulen abgelegt sind. Das System kann bis zu vier aktive Schriftarten mit einer Größe bis 64 K bereithalten.

Ein Zeichen wird immer durch einen einzelnen Code bestimmt. Durch den Zeichencode wird gleichzeitig die Schriftart eingestellt. Bei der Wahl der Schriftart unterscheidet der UCM zwischen drei Betriebsarten. Mit einem 8-bit-Code können bis zu 256 Zeichen dargestellt werden. Ein 7/15-bit-Code erlaubt die Darstellung von 128 Zeichen, wobei das 8. Bit mit zur Answahl der Betriebsart verwendet wird. Beim eingeschalteten 8. Bit können 16-bit-Wörter zur Darstellung eines Zeichens benutzt werden. Mit einer 16-bit-Wortbreite ist die Darstellung von 65 536 verschiedenen Zeichen möglich.

Da der UCM keinen getrennten Schriftarten-Code für jedes Zeichen verwendet, muß jede Schriftart eine eigene Nummer erhalten. Das verlangt beim Programmieren einige Sorgfalt, damit die Schriftart-Nummer den richtigen Zeichen zugeordnet wird.

Arbeiten an Drawmaps

Der UCM besitzt Funktionen zum Kopieren von Teilen einer Drawmap in eine andere Drawmap. Die einfachen Funktionen kopieren rechteckige Gebiete oder tauschen rechteckige Gebiete zwischen zwei Drawmaps aus. Weitere Funktionen ermöglichen Kombinationen aus den einfachen Funktionen, oder sie kopieren transparente Pixel. Spezielle UCM-Funktionen gestatten, diese Möglichkeit abzuschalten.

Aus einer Drawmap können rechteckige Gebiete oder einzelne Pixel kopiert werden. Wenn der UCM Gebiete oder Pixel aus der Drawmap entnimmt, wandelt er diese Pixel-Informationen in eine Standard-Pixel-Information um. Durch den umgekehrten Vorgang werden vom UCM Pixel in eine Drawmap eingefügt.

Eine unregelmäßige Schreiboperation erlaubt ein Update von Teilen einer Drawmap. Jede Update-Operation für eine Zeile kann durch eine vorgegebene Länge bestimmt werden. Zeilen, die kein Update benötigen, erhalten als Vorgabe eine Null-Länge.

Drawmap-Operationen können dazu benutzt werden, um Disc-Bandbreite zu sparen.

Der Cursor
Der Videoprozessor unterstützt die Funktion des Cursors, der durch eine 16 · 16 Pixel große Grafik dargestellt wird; der UCM bietet eine leistungsfähige Schnittstelle zur Hardware. Die UCM-Funktionen steuern Position, Farbe und Blinken des Cursors.

Zeichen-Befehle
Der UCM bietet eine große Auswahl grafischer Funktionen. Im einzelnen handelt es sich u. a. um folgende Befehle:

- Set Drawing Pattern
- Set Pattern Alignment
- Set Color Register
- Set Clipping Region
- Set Pen Size
- Set Pen Style
- Draw a Dot
- Draw a Line
- Draw a Polyline
- Draw an Elliptical Wedge
- Bounded Fill
- Copy Drawmap to Drawmap
- Draw a Circular Arc
- Draw an Elliptical Arc
- Draw a Rectangle
- Draw an Elliptical Corner-Rectangle
- Draw a Polygon
- Draw a Circle
- Draw a Circular Wedge
- Draw an Ellipse
- Draw a Region
- Flood Fill

Aufzeichnen einer Drawmap
Der UCM zeichnet eine Drawmap erst dann auf den Bildschirm, wenn das Programm einen Befehl aus dem Display-Control-Programm liefert. Den entsprechenden Befehl aus dem Programm liefert der Videoprozessor.

Im einfachsten Fall befiehlt der Videoprozessor nur einfache Linien zu zeichnen. Bei Ausnutzung der vollen Leistung wird der Videoprozessor vom Display-Control-Programm gesteuert.

Immer wenn ein neues Bild auf dem Bildschirm geschrieben wird (50- bis 60mal in der Sekunde), wird der Videoprozessor einmal kurz über die Befehle des Display-Control-Programms von der Field-Control-Tabelle gesteuert. Ähnliche Befehle werden vor Beginn einer jeden Abtastzeile von der Line-Control-Tabelle ausgegeben.

Da zwei Bildebenen möglich sind, muß es für jede Bildebene ein DCP geben. Durch die Serie von Befehlen, mit der der UCM das DCP steuert, ergibt sich für das Programm eine einheitliche Schnittstelle zur Darstellung von Drawmaps.

Die meisten Spezialeffekte werden durch Datenmanipulation mit Hilfe der DCP-Programme ausgeführt. Einen Cuteffekt von einem Bild zum anderen kann durch Ändern der obersten Ebene der FCT geschehen. Ein Wipe kann erfolgen, indem man Zeile für Zeile die oberste Ebene der LCT ändert.

Im einzelnen werden vom DCP die folgenden Videoparameter gesteuert:

- Art der Bildcodierung
- Steuerung des Transparenz-Effektes
- Zuordnung der Bildebene
- Hintergrundfarbe
- Transparentfarbe (für jede Ebene)
- Farbe der Maske (für jede Ebene)
- Mosaik
- CLUT-Tabelle (für jede Ebene)
- Matting (für jede Ebene)

Die DCP-Befehle können die Videoparameter von Zeile zu Zeile kontrollieren, sie wirken nur auf die Videoprozessoren.

Eine umfangreichere Steuerung der Bildschirmanzeige ist durch das InVision möglich, das auf einer Ebene über dem UCM wirkt.

Interpreter für Echtzeitdateien (Real Time Record Interpreter)

Echtzeitdatensätze sind durch einen RTCA-Bereich (Real Time Control Area) markiert. Im RTCA befinden sich Daten, die Angaben über die Verarbeitung dieser Daten enthalten. Diese Angaben sind nicht so umfangreich wie die Befehle des UCM, sie reichen jedoch für die geforderten Bedingungen aus.

Über einen speziellen Interpreter (RTRI) können der Inhalt der Daten analysiert und die Anweisungen ausgeführt werden. Ein Anwenderprogramm, das den RTRI benutzen möchte, muß eine Echtzeitdatei öffnen und den RTRI aufrufen. Der RTRI wird die entsprechenden Befehle ausführen.

Im folgenden sind noch einmal alle Funktionen aufgeführt, die durch die CD-I-Datenmanager ausgeführt werden können.

RTRI-Funktionen

Soundmap-Funktionen
Funktionen zum Öffnen von Dateien
Output-Funktionen
Audioprozessor-Stoppfunktionen
Funktionen zur Fehlerverdeckung
Soundmaps schließen
Audiomix-Funktionen
Soundmap-Rückkopplungen
Abschwächer-Funktionen

Drawmap-Funktionen

Erzeugung von Drawmap-Dateien
Copy-Funktion Drawmap zur Drawmap
Wechselfunktion zwischen Drawmaps
Copy-Funktion für Transparenz
Read-Funktion für Drawmap
Write-Funktion für Pixel
Read-Funktion für Pixel
Funktionen zur Fehlerverdeckung in Drawmaps
Drawmap-Dateien schließen

Cursor-Funktionen

Funktion zur Positionierung des Cursors
Cursor zeigen
Cursor verstecken
Funktion für Cursor-Form
Funktion für Cursor-Farbe
Funktion für Cursor-Blinken

Region-Funktionen

Funktion zum Erzeugen von Regionen
Funktionen zum Festlegen von Regionen
Funktion zum Feststellen von Differenz-Regionen
Region-Exclusiv-Oder-Funktion
Funktion zum Bewegen von Regionen
Funktion zum Löschen von Regionen

Drawing-Funktionen

Funktion zum Festlegen der Größe einer Grafik
Funktion zum Einstellen der Größe
Funktion zur Farbauswahl aus der Farbtabelle
Funktion zum Festlegen einer Region
Funktion zur Auswahl der Strichstärke
Funktion zur Auswahl des Strichart
Funktion zum Setzen des Transparenteffekts
Funktion zum Zeichnen eines Punktes
Funktion zum Zeichnen einer Linie
Funktion zum Zeichnen eines Kreisbogens
Funktion zum Zeichnen eines elliptischen Bogens
Funktion zum Zeichnen eines Rechtecks
Funktion zum Zeichnen eines Rechtecks mit gerundeten Kanten
Funktion zum Zeichnen eines Polygon
Funktion zum Zeichnen eines Kreises
Funktion zum Zeichnen einer Keilform
Funktion zum Zeichnen einer Ellipse
Funktion zum Zeichnen einer Region
Funktion zum Zeichnen einer Umrandung
Funktion zum Ausfüllen einer Fläche
Funktion zum Zeichnen einer Drawmap

Schriftarten

Funktion zum Zeichnen eines Textes
Funktion zum Erstellen eines Zeichencodes
Funktion zum Aktivieren einer Schriftart
Funktion zum Abschalten einer Schriftart

DCP-Funktionen

Funktion zum Erstellen einer FCT-Tabelle
Funktion zum Lesen einer FCT-Tabelle
Funktion zum Schreiben einer FCT-Tabelle
Funktion zum Lesen von FCT-Anweisungen
Funktion zum Schreiben von FCT-Anweisungen
Funktion zum Löschen von FCT-Tabellen
Funktion zum Erstellen einer LCT-Tabelle
Funktion zum Lesen einer LCT-Tabelle
Funktion zum Schreiben einer LCT-Tabelle/Lesen einer LCT-Spalte
Funktion zum Schreiben einer LCT-Spalte
Funktion zum Lesen von LCT-Anweisungen

Funktion zum Schreiben von LCT-Anweisungen
Funktion zum Löschen von LCT-Tabellen
Funktion zum Verbinden von LCT- mit FCT-Tabellen
Funktion zum Verbinden von LCT- mit LCT-Tabellen
Funktion zum Ausführen eines DCP-Programms

Drawing-Informations-Funktionen

Funktion zum Einschalten der Interlace-Betriebsart
Funktion zum Berechnen der Textlänge
Funktion zum Feststellen der relativen Zeichenposition
Funktion zum Zurückholen der Schriftartdaten
Funktion zum Abstimmen der Zeichenposition

Funktionen zur Terminal-Emulation

Funktion zum Schreiben
Funktion zur Ausgabe einer Drawmap
Funktion zum Aktivieren einer Schriftart
Funktion zum Abschalten einer Schriftart

Funktionen zur Steuerung eines X-/Y-Eingabegerätes

Funktion zum Abfragen des Eingabegerätes
Funktion zum Signalwechsel
Funktion zum Lösen des Eingabegerätes

Tastaturfunktionen

Funktion zum Lesen einer Zeile
Funktion zum Lesen
Funktion zum Lösen der Tastatur

Funktionen zum Lesen einer Disc

Funktion zum Laden einer Soundmap
Funktion zum Laden einer Drawmap
Funktion zum Lesen von Daten
Funktion zum Abspielen über den Audioprozessor
Funktion zum Suchen eines Blocks

Funktion zur Dateienverwaltung

Funktion zum Lesen von RTCA-Daten
Funktion zum Einschalten eines Alarms
Funktion zum Setzen einer Kanalmaske
Funktion zum Ausstieg aus dem Programm
Funktion zum Löschen eines Labels
Funktion zum Öffnen eines Suchpfades

Die RTRI-Befehle bestehen aus Steuerinformationen und Parametern. Der Operationscode spezifiziert eine Funktion in den RTRI-Befehls-Tabellen, die für Anwendungen spezifiziert sind. Die einzelnen Befehle werden vom RTRI aufgrund von Steuersignalen ausgeführt.

Anordnung der RTRI-Befehle

Op code	S. Signal	T. Signal	R. Count	Sig Stop	Parm Length	Parms

Op Code	Auswahl der RTRI-Funktionen
S. Signal	Signal zum Senden einer kompletten Funktionsfolge
T. Signal	Signal für eine Triggerfunktion
R. Count	Löschen des Befehls nach Ausführung
Sig Stop	Aktivierung für das Triggersignal stoppen
Parm Length	Länge der Befehlsparameter
Parms	Parameter für die RTRI-Befehle

Jedes RTRI-Parameter besteht aus einer Länge und einem Parameter. Die Länge gibt eine Aussage über den Initialisierungswert des Parameters. Ist die Länge Null, besitzt die Funktion keine Initialisierung. Hat das Label den Wert Null, gilt der Parameter nur für die Funktion dieses einen Befehls. Ein größerer Labelwert als Null bedeutet, daß die Parameter für alle Funktionen verwendet werden.

Der Programmablauf in einem RTRI-Programm ist nicht mit dem Ablauf eines herkömmlichen Programms zu vergleichen. Es gibt keine Reihenfolge der Befehle, die ausgeführt werden sollen. Erst wenn entsprechende Triggersignale kommen, werden die Befehle aufgerufen.

Die Triggersignale kommen aus dem CD-RTOS und aus der RTRI–Datei. Jeder Befehl kann nach Ausführung ein Triggersignal liefern, das wiederum andere Befehle auslöst.

Benötigt ein Anwenderprogramm eine Funktion, die nicht im RTRI-Befehlssatz vorhanden ist, muß der Befehl dem RTRI-Programm hinzugefügt werden. Das Anwenderprogramm muß in diesem Fall einen Code besitzen, der diese Funktion betätigt.

Wie bei jedem anderen Interpreter, können auch beim RTRI–Interpreter Geschwindigkeitsprobleme auftreten. Deshalb sind für eine maximale Leistungsfähigkeit normale Programme zu bevorzugen. Die Stärke des RTRIs sind kleine Programme.

InVision

InVision stellt eine objektorientierte Schnittstelle dar, die speziell für CD-I-Anwendungen im Anwenderbereich entwickelt wurde. Durch das InVision besteht ein direkter Zugriff auf die UCM-Funktionen. Zusätzlich bietet InVision neuere und leistungsfähigere Funktionen für den Programmablauf.

Bild C1 zeigt den Zusammenhang zwischen den CD-RTOS Basismodulen und den InVision-Modulen. Die doppelt umrandeten Kästchen stellen die InVision-Module «Display Manager», «Presentation Support Library» und «Visuel Shell» dar. Der Display Manager ist ein Unterprogramm des UCM im CD-RTOS. Dieser Datenmanager ermöglicht den Zugriff auf Audio- und Videodaten sowie auf den Tastaturtreiber. Durch Einsatz des Display Managers ist es möglich, mehrere Programme gleichzeitig auf dem Bildschirm ablaufen zu lassen.

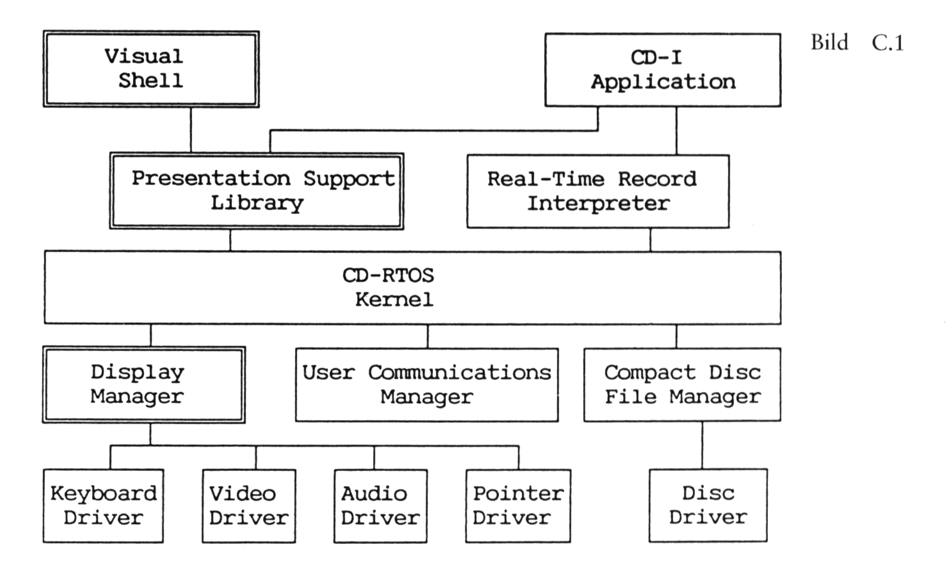


Bild C.1

Die Presentation Support Library ist eine CD-RTOS-Bibliothek, die einige Unterprogramme enthält. Mit Hilfe dieser Unterprogramme werden der Bildschirmaufbau und die Manipulation der Bildschirmdaten vereinfacht. Zusätzlich befinden sich in diesen Unterprogrammen länderspezifische Daten, um das CD-I-System dem entsprechenden Land anpassen zu können.

Die obere Ebene des InVision wird durch das Visual Shell gebildet. Das Visual Shell ist der einzige Teil des InVision, den der Gerätebenutzer sehen kann. Im Grunde bildet das Visual Shell das Bedienpult des CD-I-Players. Die Gestaltung des Visual Shell kann vom CD-I-Gerätehersteller individuell vorgenommen werden.

Weiter Informationen über InVision erteilt die Firma **Microware System Corporation, Des Moines, Iowa, USA**


ISB N 3-8023-0271-0 DM+028.00
DM 28,-
1.Auflage
VOGEL
9 783802 302718
02800

Mit Compact Disc-Interactive ist es möglich, einem Multimedia-System größere Märkte zu erschließen. Seine Vielseitigkeit ist allen anderen Darstellungsmitteln überlegen. Medienexperten verschiedenster Bereiche aus der Wissensvermittlung und Unterhaltung bekommen durch CD-I ein attraktives, den jeweiligen Zwecken optimal anpaßbares Instrumentarium.

Dieses Buch gibt sowohl eine erste Einführung in das CD-I-System als auch weitergehende, detaillierte Anleitungen für Programmentwickler.

CD-I-Handbuch

Vogel Fachbuch

Kommunikationstechnik